ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ

ಸಂಪುಟ ೯ ಸಂಚಿಕೆ ೨

ಮೈಸೂರು
ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
೧೯೭೭

ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ

ಸಂಪುಟ ೯ ಸಂಚಿಕೆ ೨

ಏಪ್ರಿಲ್

ಮೈಸೂರು
ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
೧೯೭೭

VIJNANA KARNATAKA, Kannada quarterly of the University of Mysore. Volume 9, Number 2, April 1977. Edited by Dr. B.V. Govindarajulu and H. Sanjeevaiah.

ಪ್ರಧಾನ ಸಂಪಾದಕರು

ಹಾ. ಹಾ. ಮಾ. ನಾಯಕ

ಸಂಪಾದಕರು

ಡಾ. ಬಿ. ವಿ. ಗೋವಿಂದರಾಜುಲು

ಎಚ್. ಸಂಜೀವಯ್ಯ

ಪ್ರಕಾಶಕರು

ಡೈರೆಕ್ಟರ್, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

ಮುದ್ರಕರು

ಎಚ್. ನರಸಣ್ಣ

ಡೈರೆಕ್ಟರ್, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಮುದ್ರಣಾಲಯ

ವಿಷಯಸೂಚಿ

ಎಂ. ಎನ್. ಮಾಲೂರ್

ಡಾ. ಶಿವರಾಮ್ ಕಾಶ್ಯಪ್

(1882–1934)

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಆರಂಭದಿಸೆಯಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಶಾಖೆಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗಾಗಿ ಶ್ರಮಿಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ತೀರ ಕಡಿಮೆ. ಆದರೂ ಕೆಲವೇ ಪ್ರತಿಭಾನ್ವಿತ ಸಂಶೋಧಕರ ನಿಸ್ವಾರ್ಥ ದುಡಿಮೆ ಮತ್ತು ಉನ್ನತ ಕಾರ್ಯಮಟ್ಟ ಮುಂತಾದುವುಗಳ ಫಲವಾಗಿಯೇ ಇಂದು ಈ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಗಮನೀಯ ಮುನ್ನಡೆಯಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದವರಲ್ಲೊಬ್ಬರು ಶ್ರೀ ಶಿವರಾಮ್ ಕಾಶ್ಯಪ್.

ಶಿವರಾಮ್ ಕಾಶ್ಯಪ್ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಪಂಜಾಬಿನ ಝೀಲಮ್ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ 1882ರ ನವೆಂಬರ್ 6 ರಂದು ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಯೋಧರ ಮನೆತನದಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿದರು. ಇದರ ಪ್ರತೀಕವೆಂಬಂತೆ ಕಾಶ್ಯಪ್ ಅವರ ಜೀವನವೂ ಸಾಹಸಮಯವಾಗಿದೆ. ಬಾಲ್ಯದಿಂದಲೇ ಸಾಹಸಮಯ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ತುಂಬಾ ಆಸಕ್ತಿ. ಅವರ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವವೂ ಅವರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಷ್ಟೇ ಆಕರ್ಷಣೀಯವಾಗಿದೆ. ಅವರು ಸರಳ ಸ್ವಭಾವದವರು, ದೈವಭಕ್ತರು. ತಪ್ಪದೆ ಬೆಳಗಿನವೇಳೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೊತ್ತಾದರೂ ಪ್ರಾರ್ಥನೆಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಇದಲ್ಲದೆ ವೇದಾಂತ, ಯೋಗ' ತತ್ವಜ್ಞಾನ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ವಿಶೇಷನಿಷ್ಠೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ಆಳವಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದ್ದರು. ಈ ಆಸಕ್ತಿಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೆನ್ನುವಂತೆ, ಕಾಶೀ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಪದವೀದಾನ ಸಮಾರಂಭದ ಅಧ್ಯಕ್ಷ ಭಾಷಣಕ್ಕೆ, "ಹಿಮಾಲಯ ಪರ್ವತಗಳ ಪ್ರಾಚೀನ ದೇವಾಲಯ ಮತ್ತು ಪುಣ್ಯ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳು" ಎಂಬ ವಿಷಯವನ್ನೇ ಆರಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದರು.

ಅವರ ಬಾಲ್ಯದ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸವೆಲ್ಲ ಆ ಪ್ರಾಂತದಲ್ಲಿಯೇ ಮುಗಿಸಿದರು. ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಶಿಕ್ಷಣದ ಎಲ್ಲ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಉನ್ನತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ತೇರ್ಗಡೆಯಾಗುತ್ತಿದ್ದರು. 1899ರಲ್ಲಿ ಪಂಜಾಬ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಮೆಟ್ರಿಕ್ಯುಲೇಷ್ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರಥಮ ಶ್ರೇಣಿಗಳಿಸಿ, ವೈದ್ಯಕೀಯ ವ್ಯಾಸಂಗಕ್ಕಾಗಿ ಆಗ್ರಾ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಶಾಲೆಯನ್ನು ಸೇರಿದರು. 1904ರಲ್ಲಿ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಡಿಪ್ಲೊಮ ಪಡೆದು ಸುಮಾರು ಎರಡು ವರ್ಷಕಾಲ

ಆಗ್ರಾ ಮತ್ತು ಹಿಂದಿನ ಔಂದ್ ಸಂಯುಕ್ತ ಪ್ರಾಂತದ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಇಲಾಖೆಯಲ್ಲಿ ಸೇವೆಸಲ್ಲಿಸಿದರು. ಉತ್ತಮ ಸಂಪಾದನೆಯ ವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿಯಿಂದ ಬಹಳದಿನ ಮುಂದುವರೆಯದೆ ಆ ನೌಕರಿಯನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಿದರೆಂದರೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗುವುದು. ನಂತರ ಕಾಶ್ಯಪ್ ಮತ್ತೆ ಪಂಜಾಬ್ ವಿಶ್ವವಿದಾಲಯದಲ್ಲಿ ಪದವಿ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ಸೇರಿದರು. 1909ರಲ್ಲಿ ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಅತ್ಯುನ್ನತ ದರ್ಜೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತೀರ್ಣರಾಗಿ ಅಪೂರ್ವವಾದ ಅರ್‌ನಾಲ್ಡ್ ಮತ್ತು ಮ್ಯಾಕ್‌ಲಾಗನ್ ಬಂಗಾರದ ಪದಕಗಳನ್ನು ಪಡೆದರು. ಅವರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಅದು ಪ್ರಥಮ ಮಹತ್ತರ ತಿರುವು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಭಾರತದ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಅತಿ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ವಾಗಿದೆಯೆನ್ನ ಬಹುದು. ಅಂದಿನಿಂದಲೇ ಅವರ ಒಲವು ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದ ಕಡೆ ಹರಿದಿತ್ತು. ಮುಂದೆ ಕಾಶ್ಯಪ್ ಉನ್ನತ ತರಪೇತಿಗಾಗಿ ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಸೇರಿ, ತಮಗೆ ಪ್ರಿಯವಾದ ಪ್ರಕೃತಿವಿಜ್ಞಾನ ವ್ಯಾಸಂಗಮಾಡಿ 1912ರಲ್ಲಿ 'ಟ್ರೈಪಾಸ್' ಗಳಿಸಿದರು. ವಿದೇಶದಿಂದ ಹಿಂತಿರುಗಿದ ಕೂಡಲೇ ಲಾಹೋರಿನ ಸರ್ಕಾರಿ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ನೇಮಕಗೊಂಡರು. ಅವರಲ್ಲಿಯ ವಿಷಯ ಪ್ರೌಢಿಮೆ, ಅನುಭವ, ಎಂತಹ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ವಿಷಯವನ್ನೂ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಸರಳ ವಾಕ್ಚಾತುರ್ಯಗಳು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಸಮೂಹವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದವು. ಅದರ ಫಲವಾಗಿಯೇ ಅವರು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವ್ಯಾಸಂಗ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವಂತೆ ಅವರ ಶಿಷ್ಯರನೇಕರು ತಯಾ ರಾದರು. ಇದಲ್ಲದೆ ಅವರ ಕಾರ್ಯತತ್ಪರತೆ, ನಿಷ್ಠೆ, ಉತ್ಸಾಹಯುಕ್ತ ಪಾಂಡಿತ್ಯದ ಫಲವಾಗಿ ಪಂಜಾಬ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಮುಖ್ಯ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ನೇಮಕಗೊಂಡರು ಅತಿ ಶೀಘ್ರದಲ್ಲಿಯೇ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗದ ಡೀನ್ ಮತ್ತು 1931ರಲ್ಲಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಡೀನ್ ಆಗಿಯೂ ಸೇವೆಸಲ್ಲಿಸಿದರು. ಆ ಸಮಯಕ್ಕೆ ಕಾಶ್ಯಪ್ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರೌಢ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದರು. ಕಾಶೀ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಗೌರವ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ 1934ರಲ್ಲಿ ಅವರು ಆಯ್ಕೆಯಾದದ್ದು ಅವರ ವಿದ್ವತ್ತಿಗೆ ಸಮರ್ಪಕ ವಾದ ಗೌರವ ಸಿಕ್ಕಿದಂತಾಯ್ತು. ಅವರ ಉನ್ನತ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಕಾರಣರಾಗಿದ್ದಾರೆ.

ಕಾಶ್ಯಪ್ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಹಲವಾರು ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಚಟುವಟಿಕೆ ಗಳಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತರಾಗಿದ್ದರು. ಅವರು ಭಾರತೀಯ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಸಂಸ್ಥಾಪಕ ರಲ್ಲೊಬ್ಬರು ಮತ್ತು ಅದರ ಪ್ರಥಮ ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿಯೂ ಆಗಿದ್ದರು. ಬಂಗಾಲದ ಏಷಿಯಾಟಿಕ್ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಗೌರವ ಸದಸ್ಯರೂ ಆಗಿದ್ದರು. ಬೊಂಬಾಯಿ ನಗರದಲ್ಲಿ 1919ರಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನಕಾಂಗ್ರೆಸ್ ಸಮಾವೇಶದಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗದ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿಯೂ ಮತ್ತು 1932ರಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಸಮಾವೇಶದ ಪ್ರಧಾನ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿಯೂ ಆಯ್ಕೆಯಾಗಿದ್ದರು.

ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಅವರ ಕೊಡುಗೆ ಬಹುಮುಖವಾದುದು. ವಿವಿಧ ಶಾಖೆಗಳಲ್ಲಿ

ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆ ಅದ್ವಿತೀಯ ಮತ್ತು ಅತ್ಯಮೂಲ್ಯವಾದುದು. ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಬ್ರಯೊಫೈಟ್ ಮತ್ತು ಟೆರಿಡೊಫೈಟ್ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಾಸಕ್ತಿಯಿಂದ ಸಂಶೋಧನೆ ಮುಂದುವರೆಸಿದ್ದರು. ಸಣ್ಣ-ಸಣ್ಣ ಯಕೃತ್ ಸಸ್ಯಗಳ (ಲಿವರ್‌ವರ್ಟ್ಸ್) ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ನಿಷ್ಣಾತರಾಗಿದ್ದರು. ಅವರ ಶ್ರದ್ಧಾಸಕ್ತಿಯುತವಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದಾಗಿ, 1929-1932ರಲ್ಲಿ "ಹಿಮಾಲಯ ಮತ್ತು ಪಂಜಾಬ್ ಸಮತಲ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಯಕೃತ್ ಸಸ್ಯಗಳು" ಎಂಬ ಚಿರಸ್ಥಾಯೀ ಕೃತಿಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು. ಈ ಕೃತಿಗೆ ಮೊದಲು ಎರಡು ಪ್ರಮುಖ ಗ್ರಂಥಗಳು ಪ್ರಕಟಿತವಾಗಿದ್ದವು. ಆದರೆ ಅವು ಲ್ಯಾಟಿನ್ ಭಾಷೆ ಯಲ್ಲಿದ್ದು ಆಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಹಳೆಯದಾಗಿದ್ದವು. ಕಾಶ್ಯಪ್ ಅವರ ಕೃತಿಯ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯ ವೆಂದರೆ, ಈ ಯಕೃತ್ ಸಸ್ಯಗಳ ರಚನೆ ಮತ್ತು ವರ್ಗೀಕರಣದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೌಢಿಮೆ ಮತ್ತು ವಿಶದೀಕರಣೆ. ಅವರು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಸಸ್ಯಗಳು ಮತ್ತು ಹಿಂದೆ ಸ್ಟಿಫಾನಿ ವಿವರಿಸಿದ ಸಸ್ಯಗಳನ್ನೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿಸಿ ನಾಲ್ಕು ದೊಡ್ಡ ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದ್ದರು. ಅದರಲ್ಲಿ 30 ಹೊಸ ನಮೂನೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿದ್ದರು. ಅವುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ರೀತಿ ಯನ್ನು ಕೂಲಂಕುಷವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದ್ದರು. ಆದರಿಂದ ಸರಳ ಮತ್ತು ಸಣ್ಣಪ್ರಾಣಿ ಅಥವಾ ಸಸ್ಯಗಳ ವಿಕಾಸ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ, ಪುರೋಭಿವೃದ್ಧಿಗಿಂತ ಕ್ಷೀಣತೆಯೇ ಪ್ರಧಾನ ವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಕಾಶ್ಯಪ್ ದೃಢಪಟ್ಟರು. ಅವರ ಈ ಹೊಸನಿಯಮವು ಆ ಗುಂಪಿನ ಸಸ್ಯಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಒಂದು ಹೊಸ ತಿರುವುಕೊಟ್ಟಿತು. ಇದು ಒಬ್ಬ ಭಾರತೀಯನ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಕೊಡುಗೆ. ಅಂತಹ ಸಸ್ಯಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ನಿಷ್ಣಾತರೆನಿಸಿದ್ದ ಮಾರ್ಗರೆಟ್ ಮತ್ತು ಫುಲ್‌ಫೋರ್ಡ್‌ರವರು ಕಾಶ್ಯಪರ ಈ ಹೊಸನಿಲುವನ್ನು ಸೂಕ್ತ ವಾಗಿ ಸಮರ್ಥನೆಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಮುಖ್ಯವಾದ ವಿಷಯ ಯಕೃತ್ ಸಸ್ಯಗಳ ಟೆರಿಡೊಫೈಟ್ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಾಗಿವೆ ಎಂಬ ಕಾಶ್ಯಪರ ವಾದ. ಇದಕ್ಕೆ ಆಧಾರವೆಂದರೆ, ಯಕೃತ್ ಮತ್ತು ಟೆರಿಡೊಫೈಟ್ ಸಸ್ಯಗಳ ಜನನಾಂಗಗಳ ಸಾಮಾನ್ಯ ಲಕ್ಷಣ, ಬೀಜಾಣುವಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಮುಂತಾದುವುಗಳಲ್ಲಿಯ ಸಾಮ್ಯತೆಗಳು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಆಂತೊಸೆರಾಸ್ ಎರಕ್ಟಸ್ (ಬ್ರಯೊಫೈಟ್) ಸಸ್ಯದ ಥಾಲಸ್ ಭಾಗವು ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಲೈಕೊಪೊಡಿಯಂ ಸೆರ್ನೂಮ್ (ಟೆರಿಡೊಫೈಟ್) ಸಸ್ಯದ (ತಳಭಾಗದ) ವೃತ್ತಾಕಾರ ಪ್ರೊಥಾಲಸ್ ಭಾಗವನ್ನು ಹೋಲುವುದು.

ಕಾಶ್ಯಪ್ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಹಲವಾರು. ಪ್ರಮುಖವಾದುವನ್ನು ಸ್ಥೂಲ ವಾಗಿ ಇಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿದೆ :

(i) ಯೂಗ್ಲಿನ ಪ್ರಾಣಿ (?) ಅರ್ಥಾತ್ ಸಸ್ಯದ ವಿವರಣೆ.

(ii) ಹೊಸ ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಚಯವಿಲ್ಲದ ಪಶ್ಚಿಮ ಹಿಮಾಲಯದ ಅನೇಕ ಯಕೃತ್ ಸಸ್ಯಗಳು.

(iii) ಮಧ್ಯ ಪಂಜಾಬಿನ ಸಸ್ಯವರ್ಗಗಳು.

(iv) ಪಶ್ಚಿಮ ಹಿಮಾಲಯದ ಆಕ್ರೋಗೈನಸ್ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಯಕೃತ್ ಸಸ್ಯಗಳು.

(v) ಬ್ರಯೊಫೈಟ್ ಸಸ್ಯ ಗುಂಪಿನ ಮೂಲ.

(vi) ಸೈಕಾಸ್ ರೆವೊಲ್ಯೂಟ ಮತ್ತು ಸೈಕಾಸ್ ಸಿರ್‌ಸಿನಾಲಿಸ್ ಸಸ್ಯಗಳ ಅಪೂರ್ವ ಮಾಹಿತಿಗಳು.

ಆದರೆ ಕಾಶ್ಯಪರ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯದು, ಇಕ್ವಿಸೆಟಮ್ ಡಿಬೈಲ್ ಸಸ್ಯದ ಗ್ಯಾಮೆಟೊಫೈಟ್‌ನ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಬೆಳವಣಿಗೆ. ಈ ಸಸ್ಯ ಹುಲ್ಲಿನಂತಿದ್ದು ಯಕೃತ್ ಸಸ್ಯಗುಂಪಿನ ಮಾರ್ಕ್ಯಾನ್‌ಶಿಯಾ ಗಿಡವನ್ನು ಹೋಲುವುದೇ ಹೊರತು ಟೆರಿಡೊಫೈಟ್ ಸಸ್ಯಗಳ ಪ್ರೊಥಾಲಸ್ಸನ್ನು ಅಲ್ಲವೆಂದು ಪ್ರಥಮ ಬಾರಿಗೆ ತೋರಿಸಿದರು. ಅಲ್ಲದೆ ಇಕ್ವಿಸೆಟಮ್ ಡಿಬೈಲ್ ಸಸ್ಯದ ಗ್ಯಾಮೆಟೊಫೈಟ್‌ಗಳು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ದ್ವಿಲಿಂಗಿಗಳು ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಇದರಿಂದ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಯಕೃತ್ ಸಸ್ಯಗಳ ಸಾಹಿತ್ಯಕೊರತೆಯನ್ನು ಅಪಾರವಾಗಿ ತುಂಬಿದಂತಾಯ್ತು. ಈ ಅಂಶವು ಯುರೋಪಿನ ಸಸ್ಯಸಂಶೋಧಕರ ನಂಬಿಕೆಗೆ ತದ್ವಿರುದ್ಧವಾಗಿತ್ತು. ಮೇಲಾಗಿ ಈ ಸಸ್ಯಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರೆಸಿ, ಸನ್ನಿವೇಶ ಮತ್ತು ಆಹಾರ ಗುಣಗಳ ಬದಲಾವಣೆಯಿಂದ ಯೂರೋಪಿಯನ್ನರು ಏಕಲಿಂಗ ಸಸ್ಯಗಳೆಂದು ಸೂಚಿಸಿರುವ ಸಸ್ಯಗಳು ದ್ವಿಲಿಂಗ ಸಸ್ಯಗಳಾಗುತ್ತವೆಂದೂ ಸಮರ್ಥಿಸಿದರು. ಕಾಶ್ಯಪ್ ಅವರ ಎಲ್ಲ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಗಮನಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಪ್ರೊ. ಗೊಬೆಲ್, ಸರ್ ಜಾನ್ ಫಾರ್ಮರ್, ಡಾ. ಕಾವರ್ಸ್ ಮುಂತಾದ ಪ್ರಮುಖ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಾಶ್ಯಪರನ್ನು ಬಹುವಾಗಿ ಪ್ರಶಂಸಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರೊ. ಗೊಬೆಲ್ ಒಮ್ಮೆ ಕಾಶ್ಯಪರಿಗೆ, "ಪಶ್ಚಿಮ ಹಿಮಾಲಯದ ನಿಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಸ್ವರ್ಣ ಸ್ವರೂಪದ್ದಾಗಿದ್ದು, ಯಕೃತ್ ಸಸ್ಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಮ್ಮ ಜ್ಞಾನ ಭಂಡಾರವನ್ನು ತುಂಬಿದ್ದೀರಿ" ಎಂದು ಬರೆದಿದ್ದಾರೆ.

ಕಾಶ್ಯಪ್ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಂತೆಯೇ ಅವರ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಸಂಚಾರಗಳೂ ಸಹ ಸಾಹಸಮಯ ಮತ್ತು ವಿಶೇಷ ಆಸಕ್ತಿಯುತವಾದುವು. ಪ್ರಯಾಣದ ಎಲ್ಲ ಅವಕಾಶಗಳನ್ನೂ ಸದುಪಯೋಗಪಡಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದರು. ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ಸಸ್ಯಗಳ ಸಂಗ್ರಹಣೆಯಲ್ಲಿ ಅಪಾರ ಉತ್ಸಾಹ ಮತ್ತು ತತ್ಪರತೆ. ಅವರು ಹಿಮಾಲಯದ ಪರ್ವತಸ್ತೋಮವನ್ನು ಒಂಬತ್ತು ವಿವಿಧ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಅಡ್ಡಲಾಗಿ ದಾಟಿದ್ದರು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಾರಿಯೂ ವಿಪುಲವಾದ ಸಸ್ಯಸಂಪತ್ತನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದ್ದರು. ಹಿಮಾಲಯ, ಟಿಬೆಟ್ ಮತ್ತು ಪಶ್ಚಿಮ ಚೀನಾದ ಸಸ್ಯಸಂಪತ್ತೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ಬುಡಕಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿದವು, ಹಿಮಾಲಯ ಪರ್ವತಸ್ತೋಮವು ಸಮುದ್ರಮಟ್ಟದಿಂದ ಮೇಲೇರಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಈ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಲು ಅವಕಾಶವಾಯ್ತು ಎಂದು ಕಾಶ್ಯಪ್ ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟರು.

ಕಾಶ್ಯಪ್ ಕೇವಲ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಅವರ ಕೊಡುಗೆಯನ್ನು ಮೀಸಲಿಡದೆ, ಹಿಮಾಲಯ ಪರ್ವತಗಳಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಸಂಚಾರ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಭೂಮೇಲ್ಮೈ ಮತ್ತು ಭೂವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೂ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಗಮನವು ಅತಿ ಶ್ಲಾಘನೀಯವಾದುದು. ಆ ಸಾಹಿತ್ಯ ಅನೇಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇತರರಿಗೆ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ. (i) ಪಶ್ಚಿಮ ಟಿಬೆಟ್‌ನ ಭೌಗೋಳಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು, (ii) ಗಂಗೋತ್ರಿ ಹಿಮನದಿಗಳ ಸಂದರ್ಶನ ಕಾಲದ ವರದಿಗಳು ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು.

ಶಿಕ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಶ್ಯಪ್ ಅವರು ಸಾಕಷ್ಟು ಸೇವೆಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಆಗ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಇನ್ನೂ ಪ್ರಾರಂಭಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿತ್ತು. ಉತ್ತರ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಆಗಲೇ ಪ್ರಪ್ರಥಮವಾಗಿ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಸ್ನಾತಕೋತ್ತರ ಶಿಕ್ಷಣ ನೀಡಲು ಮಾಡಿದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಕೀರ್ತಿಯು ಕಾಶ್ಯಪರಿಗೆ ಸಲ್ಲುವುದು. ಹುಟ್ಟಿನಿಂದಲೇ ಪ್ರತಿಭಾನ್ವಿತರಾದ ಕಾಶ್ಯಪ್ ಅವರ ಜೀವಿತಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಆಸಕ್ತಿ, ತೀವ್ರವಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ದೃಷ್ಟಿ ಮತ್ತು ಚತುರತೆಯ ಪ್ರಯೋಗ, ಸಾಹಸಮಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಯಾತ್ರೆ, ಮೇಲಾಗಿ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಮೀಸಲಾದಂತೆ ನಿಸ್ವಾರ್ಥ, ನಿಷ್ಠಾವಂತರಾಗಿ ನಡೆಸಿಕೊಂಡು ಬಂದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ ವೃತ್ತಿಯಿಂದಾಗಿ ಅವರ ಹಲವು ಶಿಷ್ಯರು ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರವಾದಿಗಳಂತೆ ತರಪೇತಿ ಹೊಂದಿದರು. ಅವರಲ್ಲಿ ದಿವಂಗತರಾದ ಪ್ರೊ. ಬೀರಬಲ್ ಸಹನಿ, ಕೆ. ಸಿ. ಮೆಹತ ಅವರೂ; ಡಾ. ಕೆ. ಎನ್. ಭಾಲ್, ಡಾ. ವೈ. ಭರದ್ವಾಜ್, ಎಸ್. ಕೆ. ಪಾಂಡೆ, ಎ. ಸಿ. ಜೋಷಿ, ಪಿ. ಎನ್. ಮೆಹ್ರ ಮತ್ತು ಆರ್. ಎಲ್. ಭದ್ವಾರ್ ಮುಖ್ಯರು. ವಿಶ್ವಖ್ಯಾತಿ ಪಡೆದಿರುವ ಲಕ್ನೋ ನಗರದ "ಸಸ್ಯಜೀವಾವಶೇಷಗಳ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆಯ" ಸಂಸ್ಥಾಪಕರು ಪ್ರೊ. ಬೀರಬಲ್ ಸಹನಿಯವರು.

ಕಾಶ್ಯಪ್ ಅವರು ಇನ್ನೂ ಹುರುಪಿನಿಂದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ ವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ, 1934ರ ನವೆಂಬರ್ 26ರಂದು ಹೃದಯಾಘಾತದಿಂದ ನಿಧನರಾದರು. ಆಗಿನ್ನೂ ಅವರಿಗೆ 52 ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸು. ಭಾರತದ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದ ದುರ್ದೈವವೆನ್ನುವಂತೆ ಅವರ ಹಲವಾರು ಕಾರ್ಯಯೋಜನೆಗಳು ಅಲ್ಲಿಗೇ ಪರಿಸಮಾಪ್ತಿಗೊಂಡವು.

ಪ್ರಖ್ಯಾತ ಚಲನ ಚಿತ್ರತಾರೆ ಕಾಮಿನಿ ಕೌಶಲ್, ಕಾಶ್ಯಪರ ಪುತ್ರಿ.

ಪರಮಾಣುಬಾಂಬು ಸಿಡಿಯಿತು

ಅಲಮೊಗೋರ್ಡೊ ಮರುಭೂಮಿಯಲಿ
ಸಿಡಿಯಿತು ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬು
ಕೋಟಿ ಸೂರ್ಯರು ಒಮ್ಮೆಗೇ ಬೆಳಗಿದ
ನಡುಹಗಲ ಬೆಳಕು ಚೆಲ್ಲಿ
ಪ್ರಳಯವನು ಸಾರುವ
ಯಮನ ಆರ್ಭಟ ಕೇಳಿಸಿತು ಆವೇಲೆ.

ಬೆಳ್ಗೊಡೆ ಬಿಚ್ಚಿ ಆಕಾಶಕೆ ಹಬ್ಬಿತು
ಮರಳು ಕರಗಿ ಆವಿಯಾದ ಜ್ವಾಲೆ
ಸುಯ್ಯೆಂದು ಬೀಸಿದ ಗಾಳಿ
ದೂಡಿತು ಬಹುದೂರಕೆ
ಫರ್ಮಿ ಕೆಳಗೆ ಬಿಡುತಿದ್ದ
ಕಾಗದದ ಚೂರುಗಳ.

ಖಿನ್ನರಾದರು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು
ಕಂಡು ಪರಮಾಣು ಗರ್ಭದ
ಸುಡುವ ಶಕ್ತಿಯ
ಉಬ್ಬಿದರೂ ಉಸಿರು ಕಟ್ಟಿ ನಿಂತರು
ಹೋರಾಡುವ ಯೋಧರು
ಶಕ್ತಿಯದೆ ಮೇಲುಗೈ
ಸಿಡಿದವು ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬುಗಳು
ವಿನಾಶದಲಿ ಬಿತ್ತರಿಸಿ
ಸೃಷ್ಟಿಯ ಮರ್ಮ.

ಅನಾಮಿಕ

ಎಸ್. ಜಿ. ಪರಮಶಿವಯ್ಯ

ತೃತೀಯ ಕಲ್ಪದ ಸಸ್ತನಿಗಳು

ಕ್ರಿಟೇಷಸ್ ಯುಗದ ನಂತರ ಭೂ ಭಾಗದ ಮೇಲಾದ ಮಹತ್ತರ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಜೀವಕೋಟಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಿದವು. ಹಿಂದಿನ ಭೂ ಯುಗಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಭಾವಂತ ಜೀವಿಗಳೆಂದು ಖ್ಯಾತಿಗಳಿಸಿದ್ದ ಹಲವು ಜೀವಿ ಸಮುದಾಯಗಳು ತೃತೀಯ ಭೂ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಹೇಳ ಹೆಸರಿಲ್ಲದಂತೆ ಕಣ್ಮರೆಯಾದವು. ಇವುಗಳ ಬದಲಿಗೆ ನೂತನ ಜೀವಿಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡವು. ಮಧ್ಯ ಜೀವ ಕಲ್ಪದಲ್ಲಿ ಇಡೀ ಜಗತ್ತನ್ನಾಳಿದ ಸರೀಸೃಪ ಗುಂಪಿನ ಬಹುತೇಕ ಕುಟುಂಬಗಳು ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಅಕಶೇರು ಜೀವಿಗಳು ನಿರ್ವಂಶಿಗಳಾದವು. ಅಳಿದ ಸರೀಸೃಪ ಸಾಮ್ರಾಟರ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸಿದ ಸಸ್ತನಿಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಹೊಸ ಜೀವ ಪ್ರಪಂಚ ಉದಯಿಸಿತು. ಇಡೀ ತೃತೀಯ ಕಾಲದಾದ್ಯಂತ ಭೂ ಸಾಮ್ರಾಟರಂತೆ ಬಾಳಿದ ಕೀರ್ತಿ ಈ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಸಂದಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಈ ಯುಗವನ್ನು "ಸಸ್ತನಿಗಳ ಯುಗ"ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಸರೀಸೃಪಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ದೈತ್ಯೋರಗಗಳು (Dinosaurs) ಸುಮಾರು ಒಂದು ನೂರ ಹನ್ನೊಂದು ಮಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳವರೆಗೆ ಜಗತ್ತನ್ನಾಳಿ ಎಪ್ಪತ್ತು ಮಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಕ್ರಮೇಣವಾಗಿ ಕಣ್ಮರೆಯಾದವು. ಮಧ್ಯ ಜೀವಕಲ್ಪದ ದೈತ್ಯೋರಗ ಸಾಮ್ರಾಜ್ಯದಲ್ಲಿಯೇ ಜೀವಿಸಿದ್ದ ಸಸ್ತನಿಗಳು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಕೀಟಾಹಾರಿಗಳಾಗಿದ್ದವು (Insectivores). ಸಸ್ತನಿಗಳ ಕೆಲವೇ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳು ಜುರ್ಯಾಸಿಕ್ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಟೇಷಸ್ ಶಿಲಾಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ದೊರೆತಿರುವುದು ಈ ಜೀವಿಗಳು ಮಧ್ಯ ಜೀವ ಕಲ್ಪದಲ್ಲಿಯೇ ಇದ್ದುವೆಂಬುದಕ್ಕೆ ನಿದರ್ಶನ. ಟ್ರಯೂಸಿಕ್ ಮತ್ತು ಜುರ್ಯಾಸಿಕ್ ಯುಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕಾಸಕ್ಕೊಳಪಟ್ಟ ಸರೀಸೃಪಗಳು ಸಸ್ತನಿಗಳ ಉಗಮಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದವು. ಇವೂ ಕೂಡ ಭೂ, ಜಲ ಮತ್ತು ವಾಯುಮಂಡಲ ಪರಿಸರಗಳಿಗೆ ಯುಕ್ತಾಯುಕ್ತವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಂಡು ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಜೀವನ ನಡೆಸಿವೆ. ಸಸ್ತನಿಗಳ ವಿಕಾಸ ಮಧ್ಯ ಜೀವ ಕಲ್ಪದಲ್ಲಿ ನಿಕೃಷ್ಟವಾಗಿತ್ತಾದರೂ ತೃತೀಯ ಯುಗದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತವಾಗಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಂಡು ಇಯೋಸೀನ್ ಯುಗದ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಇವುಗಳ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಬಹಳಷ್ಟು ಮಾರ್ಪಾಡಾಗಿದ್ದು, ವಿವಿಧ ಜೀವನ ರೀತಿಗಳಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡು

ಬಾಳಿ ಬದುಕಲು ಅವಕಾಶ ದೊರೆಯಿತು. ಆಲಿಗೋಸೀನ್ ಯುಗದಲ್ಲಾದ ಮತ್ತಷ್ಟು ವಿಕಾಸದಿಂದಾಗಿ ಹಲವು ಸಂತತಿಗಳು ಉದಯಿಸಿ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಗತಿಸಿದವು. ಈ ಜೀವಿಗಳ ವಿಕಾಸದ ಉಚ್ಛ್ರಾಯ ಮಟ್ಟ ಮಯೋಸೀನ್ ಮತ್ತು ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ತಲುಪಿದ್ದು ಆಧುನಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿಕೊಂಡ ಬಗ್ಗೆ ನಂಬಲರ್ಹ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳಿವೆ. ಆಧುನಿಕ ಪ್ರಪಂಚದ ಪ್ರಮುಖ ಸಸ್ತನಿ ಗುಂಪನ್ನು ಮಾನವ ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತಾನೆ.

ಲಕ್ಷಣಗಳು :—ಸಸ್ತನಿಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುಮುಖ್ಯವಾದ ಮಿದುಳು ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡಿದೆ. ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ಸಸ್ತನಿಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಪೂರ್ಣ ವಾಗಿ ವಿಕಾಸಗೊಂಡ ದೊಡ್ಡ ಮಿದುಳು, ಮಿದುಳಿನ ಬಹು ಮುಖ್ಯ ಅಂಗವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತಗೊಂಡು ವಿಸ್ತರಿಸಿದ ಮಿದುಳಿನ ಈ ಭಾಗವನ್ನು "ಮಿದುಳಿನ (Cerebrum hemisphere) ಗೋಳ" ವೆಂದೂ ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ "ಬೂದು ದ್ರವ್ಯ" (gray matter) ಅಂಗವೆಂದೂ ಕರೆಯುವುದುಂಟು. ದೇಹ ಸ್ವೀಕರಿಸಿದ ಜ್ಞಾನವಾಹಿ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು (Sensory impressions) ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ, ಅವುಗಳಿಗೆ ಸ್ಮರಣಶಕ್ತಿ (memories) ರೂಪವನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ನಂತರದ ವಿಚಾರ ಚಿಂತನಾ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ (thought processes) ಉಪ ಯುಕ್ತವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಏಕರೀತಿಯಾಗಿಲ್ಲದ ಮಿದುಳಿನ ಗಾತ್ರ ಈ ಜೀವಿಗಳ ಬುದ್ಧಿ ಚಾತುರ್ಯತೆಯ ಅಳತೆ ಗೋಲೇನಲ್ಲ (yard stick). ಹೆಚ್ಚು ಉತ್ಕರ್ಷಿತ ಸಸ್ತನಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಮಸ್ತಿಷ್ಕ (cerebrum) ಭಾಗವು ನಿರಿಗೆ ಗೊಂಡಿದ್ದು (folded), ಈ ಜೀವಿಗಳ ಬುದ್ಧಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ ಮಿದುಳಿನ ಈ ಭಾಗದ ಹೊರ ಪ್ರದೇಶದೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಪಕ್ಷಿಗಳಂತೆ ಸಸ್ತನಿಗಳು ಬಿಸಿರಕ್ತ (warm blooded) ಪ್ರಾಣಿಗಳು. ಚಯಾಪಚಯ ಶಕ್ತಿ (metabolism) ಅಧಿಕವಾಗಿದ್ದು, ದೇಹದ ಕೆಲವು ಅಂಗಾಂಗಗಳ ಜಟಿಲತೆಗೆ (complexity) ಕಾರಣ ವಾಗಿದೆ. ದೇಹದ ಶಾಖವನ್ನು ತಂಪಾಗಿ (ಮಿತವಾಗಿ) ಇಡುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಸ್ವೇದ ಗ್ರಂಥಿಗಳು (sweat glands) ಮತ್ತು ರೋಮಗಳು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ರಕ್ತ ಪರಿಚಲನಾಕ್ರಮ (circulatory system) ಮತ್ತು ಶ್ವಾಸೋಚ್ಛ್ವಾಸವನ್ನು (respiration) ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಬಹುವಾಗಿ ವಿಶಿಷ್ಟಗೊಂಡ ಅಂಗಾಂಗಗಳು ರೂಪು ಗೊಂಡಿವೆ. ಸಸ್ತನಿಗಳು ಜೀವಂತ ಮರಿಗಳಿಗೆ ಜನ್ಮ ನೀಡುತ್ತವೆ. ಭ್ರೂಣವು (embryo) ಗರ್ಭಕೋಶದಲ್ಲೇ (womb) ಪೋಷಣೆಯನ್ನು ಪಡೆದು ಬಾಹ್ಯ ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೆ ಕಾಲಿರಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಜನಿಸಿದ ಮರಿಗಳು ಪ್ರೌಢಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ತಲುಪಿ ಸ್ವತಃ ಜೀವ ನಿರ್ವಹಣೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಗಳಿಸುವವರೆಗೆ ತಾಯಿಯು ಮರಿಗಳಿಗೆ ಮೊಲೆಯೂಡಿ ಹಾಲುಣಿಸಿ ಪೋಷಿಸಿ ಬೆಚ್ಚಗೆ ರಕ್ಷಿಸಿ ಬೆಳೆಸು ತ್ತದೆ. ಮತ್ತಾವ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಡುಬಾರದ ಈ ಬಗೆಯ ರಕ್ಷಣೆ ಸಸ್ತನಿಗಳ

ವಿಕಾಸದ ಮಹತ್ತರ ಸಾಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿದೆ. ಸಸ್ತನಿಗಳ ತಲೆಯೋಡು (skull) ಸರೀಸೃಪಗಳ ತಲೆಯೋಡಿಗಿಂತ ಬಹು ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದು, ಇಲ್ಲಿಯ ಕಣ್ಣು ಅದೃಶ್ಯವಾಗಿದೆ. ವಿಕಾಸ ಹೊಂದಿದ ದವಡೆ ಕೇವಲ ಒಂದೇ ಮೂಳೆಯಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡಿದೆ. ದೊಡ್ಡದಾದ ಮಿದುಳಿಗೆ ಸ್ಥಳಾವಕಾಶ ಕಲ್ಪಿಸುವ ಸಲುವಾಗಿ ಮಿದುಳಿನ ಆವರಣ (brain case) ಬಹುವಾಗಿ ವಿಸ್ತರಿಸಿದೆ. ಕಪೋಲ ಭಾಗದ (temporal region) ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಕೆನ್ನೆಯ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಂಡ ಒಂದು ಕಮಾನು ರಚನೆಯಿದೆ. ವಿಕಾಸಗೊಂಡ ದಂತರಚನೆ ಬಹು ಭಿನ್ನವಾಗಿದೆ. ಬಹು ಮುಂದಿರುವ ಬಾಚಿಹಲ್ಲುಗಳು (Inscisor teeth) ಆಹಾರವನ್ನು ಕಡಿಯಲೂ, ಹಿಂಬದಿಯ ಕೋರೆ ಹಲ್ಲುಗಳು (canine teeth) ಆಹಾರವನ್ನು ಸೀಳಲು, ಒಂದೇ ಬೇರುಳ್ಳ ಮುಂದವಡೆ ಹಲ್ಲುಗಳು (premolars) ಮತ್ತು ಎರಡು ಬೇರುಳ್ಳ ಅಗಲವಾದ ದವಡೆ ಹಲ್ಲುಗಳು ಆಹಾರವನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅಗಿಯಲು ಯುಕ್ತವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡು ಈ ಜೀವಿಗಳು ತಿಂದ ಆಹಾರ ಬಹು ಬೇಗ ಜೀರ್ಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಸಸ್ತನಿಗಳ ಕರುಳು 30 ಅಡಿಗಳಷ್ಟಿದ್ದು, ಹೆಚ್ಚಿನ ಆಹಾರವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಮರ್ಥವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ದೇಹದ ಶಾಖವನ್ನು ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಆವಶ್ಯಕತೆಯಿದೆ, ಹೃದಯ ನಾಲ್ಕು ಭಾಗವಾಗಿ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡಿದ್ದು ಆಮ್ಲಜನಕ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಂಗಗಳಿಗೂ ಪ್ರಸರಿಸಿ ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ವಿಸರ್ಜನೆಗೊಂಡು ದೇಹದ ಶಾಖ ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಸರೀಸೃಪಗಳಿಗೆ ತದ್ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಬಗ್ಗರಿ ಮೂಳೆಗಳು ಎದೆಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ರೂಪುಗೊಂಡಿದ್ದು, ಭುಜದ ಮತ್ತು ಸೊಂಟದ ಮೂಳೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಆಗಿರುವ ಮಾರ್ಪಾಡಿನಿಂದಾಗಿ ಮಾಂಸಖಂಡಗಳು ಈ ಮೂಳೆಗಳಿಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವ ಕಾರಣ ಸಸ್ತನಿಗಳು ಬಹು ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಓಡಬಲ್ಲವು.

• **ಪ್ರಸರಣ ಮತ್ತು ಹೊಂದಾಣಿಕೆ :—** ಸರೀಸೃಪಗಳಂತೆ ಸಸ್ತನಿಗಳೂ ಸಹ ಪರಿಸರಕ್ಕೆ ಕ್ರಮೇಣವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಂಡು ಎಲ್ಲೆಡೆಯೂ ಪ್ರಸರಿಸಿ ತೃತೀಯ ಯುಗದ ಸಾಮ್ರಾಟರಂತೆ ಬಾಳಿ ಬದುಕಿ ಇಂದೂ ಸಹ ತಮ್ಮ ಪೀಳಿಗೆಯ ಸಂಕೇತವಾಗಿ ಹಲವು ಪ್ರತಿನಿಧಿಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟಗಲಿವೆ, ಕುದುರೆ, ಜಿಂಕೆ ಮತ್ತು ಕಾಡೆಮ್ಮೆ ಮುಂತಾದವು ವೇಗವಾಗಿ ಓಡಬಲ್ಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಗಳಿಸಿ ಬಯಲು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲೂ, ನದಿ ಮತ್ತು ಜವುಗು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ (swampy regions) ನೀರಾನೆ (Hippopotamus) ಮತ್ತು ಬೀವರ್‌ಗಳೂ, ಮರಗಳ ಮೇಲೆ ಸ್ಲಾತ್ ಮತ್ತು ಕೋತಿಗಳೂ, ಬಿಲಗಳಲ್ಲಿ ಮಖಮಲ್ ಹೆಗ್ಗಣ (mole) ಮತ್ತು ದಂಶಕ ಪ್ರಾಣಿಗಳೂ (rodents), ಕಾಡಿನಲ್ಲಿ ಮಾಂಸಾಹಾರಿಯಾದ ಹುಲಿ, ಬಯಲು ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ತೋಳ, ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ವರಾಹ ಮತ್ಸ್ಯ (Dolphin), ತಿಮಿಂಗಿಲ (whale), ಕಡಲ ನಾಯಿ (Seal) ಮೊದಲಾದವೂ, ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಬಾವಲಿಯೂ ಯುಕ್ತಾ ಯುಕ್ತವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಂಡು ಜೀವಿಸಿ

ದ್ದವು. ಹೀಗೆಯೇ ಮಾನವನೂ ಸಹ ಭೌತಿಕ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಭೌತಿಕ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ಜಯಿಸಲು ಎಲ್ಲಾ ಬಗೆಯ ಪರಿಸರ ಮತ್ತು ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡು ಜೀವಿಸುವ ಅರ್ಹತೆಯನ್ನು ಗಳಿಸಿದೆ. ಜೀವ ವಿಕಾಸ ಎಷ್ಟು ಪ್ರಗತಿಪರವಾಗಿ ಮುಂದುವರಿದಿತ್ತೆಂದು ಮೇಲ್ಕಂಡ ಅಂಶಗಳಿಂದ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಈ ಜೀವಿಗಳ ಪುನರ್ಜನನ (reproduction), ಹಲವು ದಿಶೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸಿದ ಸುನಮ್ಯ ಪ್ರಸರಣ, ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯ ಹಂತದತ್ತ ಸಾಗುತ್ತಿರುವ ವಿಕಾಸ ಮತ್ತು ನಿರ್ಮೂಲ ಪ್ರಸಕ್ತ ಸಸ್ತನಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಜೀವ ವಿಕಾಸ ಜೀವ ದಾಖಲೆಯ ಅವಲೋಕನದಿಂದ ವ್ಯಕ್ತಪಟ್ಟಿದೆ.

ಹುಟ್ಟು ಮತ್ತು ವರ್ಗೀಕರಣ :—ಸಸ್ತನಿಗಳ ಉಗಮ ಪ್ರಾಚೀನ ಜೀವ ಕಲ್ಪದ (Palaeozoic) ಕೊನೆಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಪಳೆಯುಳಿಕೆ ದಾಖಲೆಯಿಂದ ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ. ಬಹು ಪುರಾತನ ಸಸ್ತನಿಗಳು ಸರೀಸೃಪಗಳಂತೆ ಮೊಟ್ಟೆಯೊಡೆದು ಜನ್ಮ ತಾಳಿವೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಉಗಮಕ್ಕೆ ಬಾತುಕೊಕ್ಕಿನ ಮಖಮಲ್ ಹೆಗ್ಗಣ (mole) ಮತ್ತು ಮುಳ್ಳಿರುವೆ ಬಾಖ (Spiny ant eater) ಉತ್ತಮ ನಿದರ್ಶನ. ಬಹುತೇಕ ಪ್ರಾಚೀನ ಸಸ್ತನಿಗಳು ಮಧ್ಯಜೀವ ಕಲ್ಪಕ್ಕೆ ಸೇರಿದವು. ಪ್ರಗತಿಪರ ವಿಕಸನದಿಂದ ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ರೂಢಿಸಿಕೊಂಡ ಸಸ್ತನಿಗಳು ತೃತೀಯ ಯುಗದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದವು. ಸಸ್ತನಿಗಳನ್ನು ಎರಡು ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸಲಾಗಿದೆ. (1) ಸಂಚಿ ಸಸ್ತನಿಗಳು (Pouched mammals) :—ಈ ವರ್ಗದ ಸಸ್ತನಿಗಳಲ್ಲಿ ಮರಿಗಳು ತಾಯಿಯ ಒಡಲಿನಿಂದ ಅಪ್ರಬುದ್ಧವಾಗಿ ಜನ್ಮ ತಳೆಯುತ್ತವೆಯಾದ್ದರಿಂದ ಇವುಗಳ ರಕ್ಷಣೆಗೆ ಸಂಚಿಯ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಹೆಚ್ಚು. ಕಾಂಗರೂ ಮತ್ತು ಓಪಾಸಮ್‌ಗಳು ತಮ್ಮ ಮರಿಗಳನ್ನು ಸಂಚಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ತಿರುಗುತ್ತವೆ. (2) ಜರಾಯು ಸಸ್ತನಿಗಳು (placental mammals) :—ಈ ವರ್ಗದ ಮರಿಗಳು ಹುಟ್ಟುವ ಮೊದಲೇ ತಮ್ಮ ಮಾತೃವಿನ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬೆಳೆದು ಬಾಹ್ಯ ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೆ ಕಾಲಿಡುತ್ತವೆ.

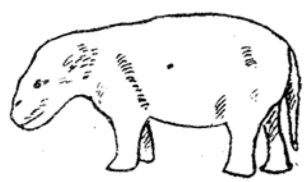
ಸಸ್ತನಿಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಆಹಾರ ಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಸಸ್ಯಾಹಾರಿಗಳು (Herbivorous), ಮಾಂಸಾಹಾರಿಗಳು (carnivorous), ಮತ್ತು ಕೀಟಾಹಾರಿಗಳೆಂದೂ (Insectivorous), ಅಲ್ಲದೆ ಕಾಲ್ಗೊರಸು ರಚನೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಸಮಗೊರಸಿನ (artiodactyl), ಮತ್ತು ವಿಷಮಗೊರಸಿನ (perissodactyl), ಸಸ್ತನಿಗಳೆಂದೂ ವರ್ಗೀಕರಿಸಲಾಗಿದೆ. ತೃತೀಯ ಕಲ್ಪದ ಆದಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದ ಸಸ್ತನಿಗಳು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಪ್ರಾಚೀನ ಗೊರಸು ಸ್ವಭಾವವುಳ್ಳವು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವೆಂದರೆ ಕಾಂಡೈಲಾರ್ತ್ರ–ಕೀಲುಭರಿತ ಗೆಣ್ಣುಳ್ಳ ಸಸ್ತನಿಗಳು (Knuckle Jointed) ಮತ್ತು ಆಂಬ್ಲಿಪೋಡ–ಮೊಂಡುಪಾದಿ ಸಸ್ತನಿಗಳು (blunt footed). ಇವೆರಡೂ ಇಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಜೀವಿಸಿದ್ದುವೆಂದು ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಸಸ್ತನಿಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಆದ್ಯತೆಯನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ :—

ಕಾಂಡೈಲಾರ್ತ್ರ :— ಸರಳ ದೇಹವುಳ್ಳ ಆರ್ಷಗೊರಸು ಸಸ್ತನಿಗಳಿವು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪಾದದಲ್ಲಿಯೂ ಐದು ಕಾಲ್ಬೆರಳು. ತೋರವಾದ ಉದ್ದನೆಯ ಬಾಲ. ಉದ್ದವೂ ತಗ್ಗೂ ಆದ ತಲೆಬುರುಡೆ. ಮಿದುಳಿನ ಆವರಣ ಚಿಕ್ಕದು. ತಗ್ಗಾದ ದಂತ ಮಕುಟವುಳ್ಳ (crown) ಹಲ್ಲುಗಳು ವಿಕಸನಗೊಂಡಿರಲಿಲ್ಲ. ಇದರ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಜಾತಿಯೆಂದರೆ ಫೆನಕೋಡಸ್. ಇದರ ದೇಹ ಕುರಿ ಕಾಯುವ ನಾಯಿಯಷ್ಟು. ಈ ವರೆಗೆ ದೊರೆತಿರುವ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಇವುಗಳ ನೇರ ಸಂತತಿಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿಲ್ಲ. ವಿಶೇಷವಾಗಿ ವಿಷಮಗೊರಸು ಸಸ್ತನಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಬಂಧವುಳ್ಳ ಈ ಗುಂಪು ಇಯೋಸೀನ್ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಗತಿಸಿತು.



ಚಿತ್ರ 1. ಫೆನಕೋಡಸ್

ಅಂಬ್ಲಿಪೋಡ :— ಸ್ಥೂಲವಾದ ಸ್ತಂಭಾಕೃತಿಯ ಕಾಲುಗಳಲ್ಲಿ ಆನೆಯ ಪಾದದಂತಹ ಚಿಕ್ಕವೊಂಡು ಪಾದ. ಹಲ್ಲು ಮತ್ತು ತಲೆಬುರುಡೆ ರಚನೆ ಸರಳ. ಮಿದುಳು ಅಷ್ಟಾಗಿ ವಿಕಸನಗೊಂಡಿರಲಿಲ್ಲ. ಇಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ಪ್ರಮುಖ ಸಸ್ತನಿಗಳಾದ ಈ ಜೀವಿಗಳು ಕ್ರಮೇಣ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿಗೊಂಡಿದ್ದು, ತಲೆ ಬುರುಡೆಯೂ ಕೂಡ ವಿಸ್ಮಯಕರ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಕಾಸಗೊಂಡಿದೆ. ಕಿರಿದಾದ ತಲೆ, ಉದ್ದನೆಯ ದೇಹವುಳ್ಳ ಪ್ಯಾಂಟೊಲ್ಯಾಮ್ಡ ಈ ಗುಂಪಿನ ಮುಖ್ಯ ಪ್ರಾಣಿ. ಇದರ ದಾಯಾದಿಗಳಾದ ಕಾಂಡೈಲಾರ್ತ್ರಗಳ ಮತ್ತು ಇದರ ಸಾಮಾನ್ಯ ಆಕೃತಿ ಏಕರೀತಿಯಾಗಿದೆ. ಈ ಗುಂಪಿನ ಮತ್ತೊಂದ ಮುಖ್ಯ ಪ್ರಾಣಿಯೇ ಕಾರಿ ಫೋಡಾನ್. ಸ್ಥೂಲ ದೇಹದ ಸೋಂಭೇರಿ ಪ್ರಾಣಿಯಿದು. ಅಗಲವೂ ಚಪ್ಪಟೆಯೂ ಆದ ಇದರ ತಲೆಬುರುಡೆ ಕೋಡು ರಹಿತವಾಗಿದೆ. ಮೇಲ್ದವಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಜೊತೆ ಕೋರೆಹಲ್ಲುಗಳಿವೆ. ದೇಹ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಹಸುವಿನಂತಿತ್ತು. ಅಂಬ್ಲಿಪೋಡಗಳ ಉಚ್ಛ್ರಾಯ ಕಾಲ ಮಧ್ಯ ಇಯೋಸೀನ್. ಇವುಗಳ ಅವಶೇಷಗಳು ಕೆಳಇಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ವಾಸಚ್ ಮತ್ತು ಬ್ರಿಡ್ಜರ್ ಶಿಲಾಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ದೊರೆತಿವೆ. ಇಯೋಸೀನ್ ಕೊನೆಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿಕಸನಗೊಂಡು ಅಯಿಂಟಾಥೀರಸ್‌ಗಳು ಉದಯಿಸಿದವು. ಇವುಗಳು ದೇಹ ತೋರಿಕೆ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕ ಆನೆಯ ಮರಿಯಷ್ಟಿತ್ತು. ಎತ್ತರ ಏಳು ಅಡಿ. ಉದ್ದನೆಯ ನಾಸಿಕ ಮೂಳೆಗಳಿಂದಾಗಿ (nasal bones) ಸೊಂಡಿಲು ರೂಪು

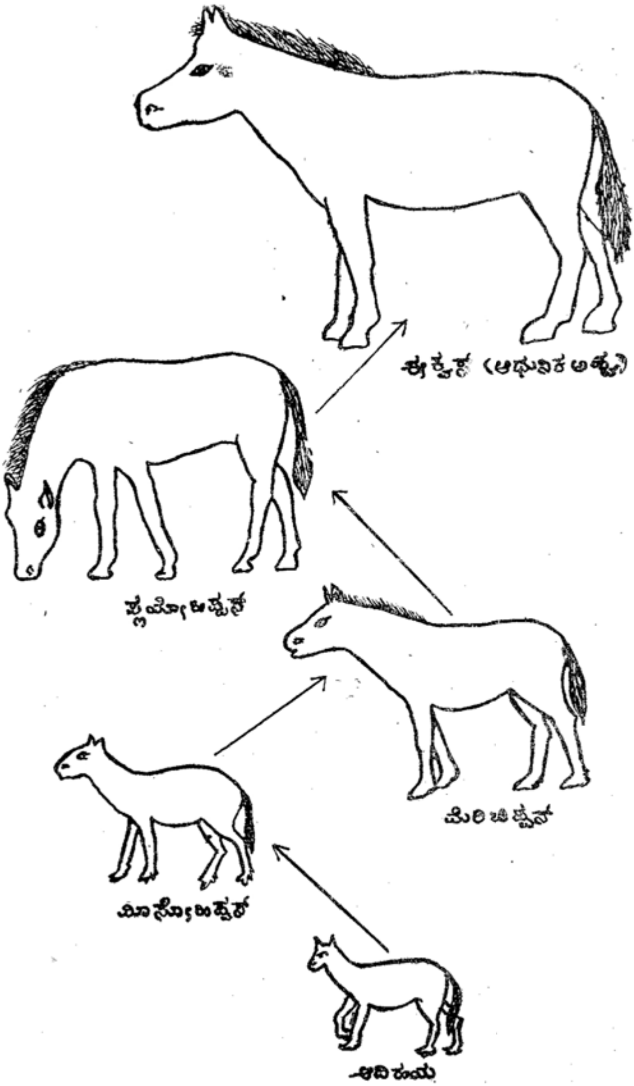


ಚಿತ್ರ 2. ಕಾರಿಫೋಡಾನ್

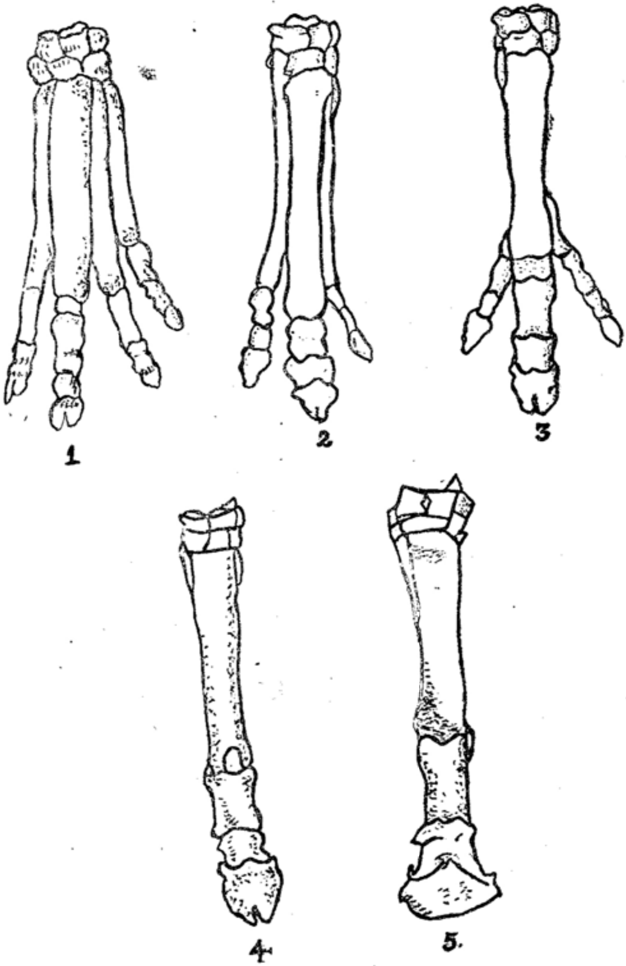
ಗೊಂಡಿರಲಿಲ್ಲ. ನೀಳವಾದ ತಲೆಯಲ್ಲಿ ಮೂರು ಜೊತೆ ಕೋಡುಗಳಿವೆ (horns). ಇವು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಮೂಗು, ಮತ್ತು ನೇತ್ರಗಳ ಮೇಲೆಯೂ ಹಾಗೂ ಮೂರನೆಯ ಜೊತೆ ತಲೆಯೋಡಿನ ತಳದಲ್ಲಿಯೂ ರೂಪುಗೊಂಡಿದ್ದವು. ಮೂರನೆಯ ಜೊತೆ ಕೋಡುಗಳು ಜಿರಾಫೆಯಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಕೊನೆಗಳಲ್ಲಿ ದುಂಡಾಗಿ ಚರ್ಮದ ಹೊದಿಕೆಯಿಂದ ಸುತ್ತುವರಿದಿವೆ. ತಲೆಯೋಡಿನ ಹಿಂಬದಿಯ ಮೇಲ್ಭಾಗವು ವಿಲಕ್ಷಣವಾಗಿ ಕುಗ್ಗಿ ಬಟ್ಟಲಿನಂತಿದೆ. ಮಿದುಳು ಚಿಕ್ಕದು. ಗಂಡು ಜಾತಿಯ ದಂತ ರಚನೆ ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದು, ಈ ದಂತಗಳು ಮೇಲಣ ದವಡೆಗಳಿಂದ ಕೆಳಾಭಿಮುಖನಾಗಿ ಹೊರಚಾಚಿವೆ. ವಿಕಾರವಾದ ಈ ಜೀವಿಗಳು ಆಂಬ್ಲಿಪೋಡ ವರ್ಗದ ಕೊನೆಯ ಪ್ರಾಣಿಗಳು. ಈ ಗುಂಪಿನ ಜೀವಿಗಳೆಲ್ಲವೂ ಇಯೋಸೀನ್ ಅಂತ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಣ್ಮರೆಯಾದವು.

ವಿಷಮಗೊರಸಿನ ಸಸ್ತನಿಗಳು :—ಈ ಗುಂಪಿನ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಮಧ್ಯದ ಕಾಲ್ಬೆರಳು ಉಳಿದವುಗಳಿಗಿಂತ ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದು ಹೆಚ್ಚಿನ ಹೊರೆಯನ್ನು ಹೊರಲು ಸಮರ್ಥವಾಗಿದೆ. ಕುದುರೆ, ಖಡ್ಗಮೃಗ, ಟಪೀರ್ಸ್, ಗತವಂಶಿಗಳಾದ ಟೈಟನೋಥೀರಸ್ ಮತ್ತು ಚಾಲಿಕೊಥೀರಸ್‌ಗಳು ಈ ಗುಂಪಿನ ಮುಖ್ಯ ಜೀವಿಗಳು.

ಕುದುರೆಗಳು :— ಇವನ್ನು ಸಸ್ತನಿಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಂಪೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ, ಕಾಲು ಮತ್ತು ದಂತ ರಚನೆಗಳು ಬಹುವಾಗಿ ವಿಕಸನಗೊಂಡಿವೆ (ಚಿತ್ರ 3, 4, 5). ಅಶ್ವಗಳ ವಂಶವೃಕ್ಷ ಕಾಂಡೈಲಾರ್ತ್ರಗಳಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಓಡಲು ಶಕ್ತಿಯುತವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡ ಈ ಜೀವಿಗಳ ಕಾಲುಗಳು ಆತ್ಮ ರಕ್ಷಣಾ ಸಾಧನಗಳಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಾಲಿನಲ್ಲೂ ಒಂದೊಂದು ಕ್ರಿಯಾ ಕರ್ತೃ ಬೆಳದಿದೆ (functional toe). ಅಂಗುಷ್ಠ ಮತ್ತು ಮುಂಗೊರಸಿನ ತುದಿಯನ್ನು ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಭದ್ರವಾಗಿ ಊರಿ ಈ ಜೀವಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಮಂಡಿಯಚಿಪ್ಪೇ (knee cap) ಮಣಿಕಟ್ಟು (wrist), ಪಾದದ ಕೀಲೆ ಹಿಂಗಾಲಿನ ನಡುಕೀಲು. ಮೊಣಕೈ ಮತ್ತು ನಿಜವಾದ ಮಂಡಿಭಾಗವು ದೇಹಕ್ಕೆ ಸಮಿಾಪವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಂತೆ ರೂಪುಗೊಂಡಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ತೆಳ್ಳನೆಯ ನೀಳವಾದ ಕಾಲು ಕೆಳ ಅಸ್ಥಿಗಳ ಸೆಳೆತದಿಂದ ರಚನೆಯಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಸದೃಢವಾದ ತೆಳು ಅಸ್ತಿ ಬಂಧನಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಕಾಲುಗಳನ್ನು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಿಮ್ಮಲು ಅನುಕೂಲವಾದ ಬಲಿಷ್ಠ ಸ್ನಾಯುಗುಚ್ಛಗಳು ಮೇಲಣ ಎಲುಬುಗಳ ವಿಸ್ತೃತ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಂಡಿವೆ. ಚಾಚುಕುಳಿ (Tongue and groove) ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ ಜೋಡಣೆಗೊಂಡ ಕೀಲುಗಳು ಮುಂಚಲನೆ ಮತ್ತು ಹಿಂಚಲನೆಗೆ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿವೆ. ಬಾಯಿಯ ಮುಂಭಾಗದಲ್ಲಿ ಉದ್ದನೆಯ ಶೃಂಗದಿಂದ (crown) ಕೂಡಿದ ಬಾಚಿ ಹಲ್ಲುಗಳು (incisors), ಹಿಂಭಾಗದಲ್ಲಿ ದವಡೆ ಮತ್ತು ಜೀವರ್ಣಕ (molar & premolar) ಹಲ್ಲುಗಳಿವೆ. ಗಂಡು ಜಾತಿಯ ಆದರೆ ವಿರಳವಾಗಿ ಹೆಣ್ಣು ಜಾತಿಯ ಕುದುರೆಗಳಲ್ಲಿ ಕೋರೆಹಲ್ಲುಗಳಿವೆ. (cannines), ಆಳವಾದ ಕುಳಿಯಿಂದ ಕೂಡಿದ ಬಾಚಿ ಹಲ್ಲುಗಳು ಸವೆದುಹೋದ



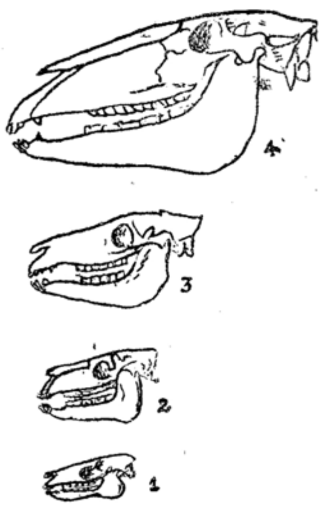
ಚಿತ್ರ 3. ಅಶ್ವವಿಕಾಸ



1. ಆದಿ ಹಯ 2. ಮಿಸೋಹಿಪ್ಪಸ್ 3. ಮೆರಿಚಿಪ್ಪಸ್ 4. ಪ್ಲಯೋ ಹಿಪ್ಪಸ್
5. ಈಕ್ವಸ್ (ಆಧುನಿಕ ಅಶ್ವ)

ಚಿತ್ರ 4. ಪಾದಗಳ ವಿಕಾಸ (ಅಶ್ವ)

ಹಾಗೆಲ್ಲಾ ಕುಳಿಯ (valley) ಆಳ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರಚನೆಯನ್ನು ಅಶ್ವಗಳ ವಯೋ ನಿರ್ಧಾರದಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಅರೆಹಲ್ಲುಗಳು (grinding



1. ಆದಿ ಹಯ 2. ಮೀಸೋಹಿಪ್ಪಸ್
3. ಪ್ರೋಟೊಹಿಪ್ಪಸ್ 4. ಈಕ್ವಸ್
(ಆಧುನಿಕ ಅಶ್ವ)
ಚಿತ್ರ 5. ದಂತವಿಕಾಸ

teeth) ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಚಚ್ಚಾಕೃತಿಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಗಡಸುಪೊರೆ (enamel), ದಂತದ್ರವ್ಯ (dentine) ಮತ್ತು ಸಿಮೆಂಟ್ ಒಳಾಭಿಮುಖನಾಗಿ ನಿರಿಗೆ ಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ದೊಡ್ಡ ಶೃಂಗದಿಂದ ಕೂಡಿದ ಹಲ್ಲುಗಳು ಸವೆದ ಹಾಗೆಲ್ಲಾ ಅರೆಗಳ ಕ್ರಮೇಣ ಬಾಹ್ಯ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಸವೆದ ಭಾಗವನ್ನು ತುಂಬುತ್ತದೆ. ಅಶ್ವಗಳು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಬೃಹದ್ದೇಹಿಗಳಾಗಿ ಬೆಳೆದಿದ್ದು, ಕೆಲವು ಅಶ್ವಗಳ ಭುಜದವರೆಗಿನ ಎತ್ತರ ಆರು ಅಡಿ ನಾಲ್ಕು ಅಂಗುಲ, ತೂಕ 2400 ಪೌಂಡು. ಬಹು ಸೂಕ್ಷ್ಮಮತಿಯಾದ ಇದರ ಮಿದುಳು ದೊಡ್ಡದಾಗಿರುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಪರಸ್ಪರ ಉತ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿದ್ದು ಸಿಂಬಿಯಂತೆ ಸುರುಳಿ ಸುತ್ತಿಕೊಂಡಿದೆ. ಸ್ವಭಾವತಃ ಅನಾಗರೀಕ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದ (wild state) ಕುದುರೆಗಳು ಏಷ್ಯ ಮತ್ತು ಆಫ್ರಿಕ ಖಂಡದ ಕೆಲವೆಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಜೀವಿಸಿದ್ದವು. ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕದ ಕಾಡುವಾಸಿ ಮಸ್ಟಾಂಗ್ ಕುದುರೆಗಳೂ ಸೇರಿದಂತೆ ಇತರೆ ಭೂಖಂಡಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಲಿ ಜೀವಿಸಿರುವ ಕುದುರೆಗಳು ಮಾನವನಿಂದ ತಂದು ಸೇರಿಸಲ್ಪಟ್ಟವು.

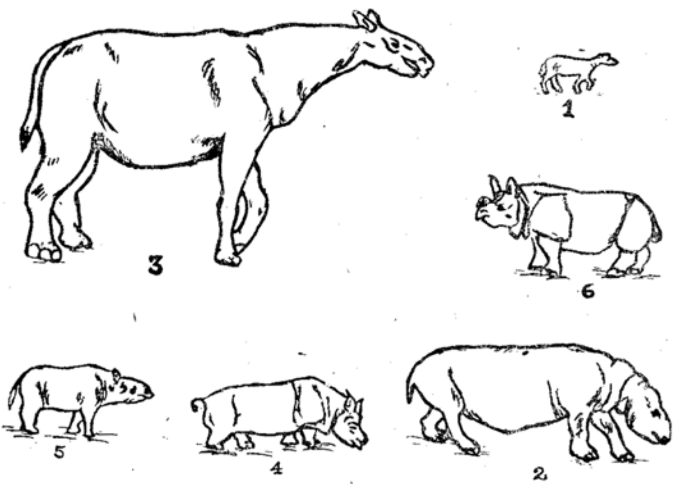
ಇನ್ಯಾವ ಸಸ್ತನಿಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲೂ ದೊರೆತಿಲ್ಲದಷ್ಟು ಪಳೆಯುಳಿಕೆ ದಾಖಲೆ ಕುದುರೆಯ ಬಗ್ಗೆ ದೊರೆತಿದೆ. ಮೊದಲ ಅಶ್ವವಾದ ಹೈರಕೋಥೀರಿಯಂ ಅಥವಾ ಇಯೋ ಹಿಪ್ಪಸ್ (ಆದಿಹಯ) ಪೂರ್ವಾರ್ಧಗೋಳ ಮತ್ತು ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡದಲ್ಲಿ ಉಗಮಗೊಂಡಿದ್ದು, ಈ ಕುಟುಂಬ ಪೂವಾರ್ಧಗೋಳದಲ್ಲಿ ಗತವಂಶಿಗಳಾಗಿವೆ. ಅಶ್ವ ಇತಿಹಾಸದ ಪರಿಪೂರ್ಣವಿಕಾಸ ಪರಂಪರೆ ಇಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದಿಂದ ಇಂದಿನವರೆಗೂ ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕದ ಶಿಲಾ ಸಂಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ದಾಖಲೆಯಾಗಿದ್ದು ಈ ಖಂಡವನ್ನು ಅಶ್ವ ವಿಕಾಸದ (equine evolution) ರಂಗಮಂದಿರವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಯೂರೋಪ್, ಏಷ್ಯ, ಆಫ್ರಿಕ ಮತ್ತು ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಲಿ ಜೀವಿಸುತ್ತಿರುವ ಅಶ್ವಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡದಿಂದ ವಲಸೆ ಬಂದುವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿವೆ. ಇಯೋಸೀನ್ ಯುಗದಲ್ಲಿ ಆದಿಹಯದ ಜೊತೆಗೆ ಪರ್ವತವಾಸಿ ಓರಿಯೋ ಹಿಪ್ಪಸ್ ಕೂಡ ಜೀವಿಸಿತ್ತು. ಬಹು ಚಿಕ್ಕ ಪ್ರಾಣಿಯಾದ ಇಯೋ ಹಿಪ್ಪಸ್ ನರಿಯನು ಹೋಲುತ್ತಿತ್ತು. ಎತ್ತರ ಒಂದು ಅಡಿ. ದೇಹದ ಹಿಂಭಾಗ ಬಿಲ್ಲಿನಂತೆ ಬಗ್ಗಿತ್ತು

ಕೃಶವಾದ ಕಾಲುಗಳ ಉದ್ದ ಮಿತವಾಗಿದ್ದು ಓಡಲು ಯುಕ್ತವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡಿತ್ತು. ನೇರವಾದ ನಿಲುವನ್ನು ಗಳಿಸಲು ಕಾಲಿನ ಹರಡು (ankle) ಮತ್ತು ಮಣಿಕಟ್ಟಿನುದ್ದಕ್ಕೂ ಪಾದಗಳು ನೀಳಗೊಂಡಿದ್ದವು. ಮುಂಪಾದಗಳಲ್ಲಿ (fore limbs) ನಾಲ್ಕು ಕಾಲ್ಬೆರಳೂ, ಹಿಂಪಾದಗಳಲ್ಲಿ (hind lmbs) ಮೂರು ಕಾಲ್ಬೆರಳೂ ರೂಪುಗೊಂಡಿದ್ದು, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಾಲ್ಬೆರಳೂ (toe) ಚಿಕ್ಕ ಗೊರಸಿನ (small hoof) ರೂಪದಲ್ಲಿ ಕೊನೆಗೊಂಡಿದೆ. ಚಿಕ್ಕಮಿದುಳಿನ ಆವರಣ (brain case) ದಿಂದ ಕೂಡಿದ ತಲೆಬುರುಡೆ (skull) ಉದ್ದವಾಗಿಯೂ, ತಗ್ಗಾಗಿಯೂ ಇತ್ತು. ಕಣ್ಣು ಕುಳಿಗಳು (orbits) ತಲೆಬುರುಡೆಯ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿವೆ. ಉಳಿಯಾಕಾರದ ಶೃಂಗಗಳಿಂದ (chisel shaped crowns) ಕೂಡಿದ ಬಾಚಿ ಹಲ್ಲುಗಳ ಹಿಂಬದಿಯಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕ ಕೋರೆ ಹಲ್ಲುಗಳು ರೂಪುಗೊಂಡಿದ್ದು, ದವಡೆ ಹಲ್ಲುಗಳ ಶೃಂಗ ತಗ್ಗಾಗಿದೆ. ಸರಳವಾದ ಮುಂದವಡೆ ಹಲ್ಲುಗಳು ತ್ರಿಕೋಣಾಕಾರವಾಗಿವೆ. ಆದಿಹಯದ ಸಂತತಿಯಾದ ಓರಿಯೋ ಹಿಪ್ಪಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಆದಿಹಯದ ಲಕ್ಷಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಕಂಡುಬಂದಿದ್ದರೂ ಹಿಂಪಾದದ ಮೂಳೆಯ ಸಿಬುರುಗಳು (splints) ಅದೃಶ್ಯವಾಗಿವೆ. ಈ ಕುದುರೆಗಳು ಯೂರೋಪ್‌ನಿಂದ ನ್ಯೂ ಮೆಕ್ಸಿಕೊವರೆಗೆ ವಿಸ್ತರಿಸಿದ್ದವು. ಆದಿಹಯದ ಸಂತತಿಗಳಾದ ಮಯೋಹಿಪ್ಪಸ್ ಮತ್ತು ಮೀಸೋಹಿಪ್ಪಸ್‌ಗಳು ಆಲಿಗೋಸೀನ್ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದವು. ವಿಕಸನದಿಂದಾಗಿ ಕಾಲು ಮತ್ತು ಪಾದಗಳು ಲಂಬಿಸಿದವು. ಮೂರು ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಕಾಲ್ಬೆರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಮಧ್ಯದ ಬೆರಳು ಉದ್ದವಾಯಿತು. ಮುಂಪಾದದಲ್ಲಿನ ಐದನೆಯ ಬೆರಳು ಕುರುಹಾಗಿ ಉಳಿದಿತ್ತು. ಸರಳವಾದ ಮೊದಲ ಜೀವರ್ಣಕ ಹಲ್ಲನ್ನು (premolar) ಬಿಟ್ಟರೆ ಉಳಿದ ಮೂರು ಮುಂದವಡೆ ಹಲ್ಲುಗಳು ಜೀವರ್ಣಕ ಹಲ್ಲಿನ (molariform) ಆಕಾರವನ್ನು ತಳೆದವು. ಎತ್ತರವಾಗಿ ಬೆಳೆದ ಮೇಲ್ದವಡೆ ಮತ್ತು ಕೆಳದವಡೆ ಹಲ್ಲುಗಳು ಮಚ್ಚು ಕತ್ತಿಗಳಂತಿದ್ದು (choppers) ಎಲೆಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಲು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದ್ದವು. ಈ ಜೀವಿಗಳೆಲ್ಲಾ ಶುಷ್ಕ ಹುಲ್ಲುಗಾವಲುಗಳಲ್ಲಿ (dry prieries), ಕಾಡು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ (woodlands) ಮತ್ತು ವಿಶಾಲವಾದ ಹುಲ್ಲು ಮಾಳಗಳಲ್ಲಿ (meadows) ಹುಲ್ಲನ್ನು ತಿಂದು ಜೀವಿಸಿದ್ದವು. ಆಲಿಗೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ಅಶ್ವ ವಿಕಾಸ ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡದಲ್ಲಿ ಆಗಿದ್ದು, ಈ ಅಶ್ವಗಳು ಯೂರೋಪಿಗೆ ವಲಸೆ ಹೋದುವೆಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಮಯೋಹಿಪ್ಪಸ್ ಸಂತತಿಯ ಮೂರು ವಿಭಿನ್ನ ಗುಂಪುಗಳಾದ ಅರಣ್ಯವಾಸಿ ಆರ್ಕಿಯೋಹಿಪ್ಪಸ್, ಕಾಡುವಾಸಿ ಆ್ಯಂಕಿಥೀರಿಯಂ ಮತ್ತು ವಿಕಸನ ಹಂತದ ಪ್ರಮುಖ ಸಂತತಿಯಾದ ಪ್ಯಾರಾಹಿಪ್ಪಸ್ ಮಯೋಸೀನ್ ಯುಗದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದವು. ಪರಿವೇಷ್ಟೆಯಲ್ಲಿ (environment) ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಹಬ್ಬಿದ ಹುಲ್ಲುಗಾವಲುಗಳು ಮತ್ತು ಹೂ ಬಿಡುವ ಸಸ್ಯಗಳು ಈ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾದ ಜೀವನಾವಕಾಶಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿದ್ದವು. ಬಹು ಚಿಕ್ಕದಾದ ಆರ್ಕಿಯೋ ಹಿಪ್ಪಸ್ ಮಯೋಹಿಪ್ಪಸ್‌ನಷ್ಟೇ ಸಂಪ್ರದಾಯಸ್ಥ (conservative) ಜೀವಿ-

ಮಯೋಸೀನ್ ಯುಗದ ನಂತರ ಮತ್ತು ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಅಶ್ವ ಪೂರ್ವಾರ್ಧಗೋಳಕ್ಕೆ ವಲಸೆ ಹೋಗಿದೆ. ಇದರ ಸಂಬಂಧಿಗಳು ದೊಡ್ಡ ಜಾತಿಯಾದ ಹೈಯೋಹಿಪ್ಪಸ್‌ಗೆ ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡದಲ್ಲಿ ಜನ್ಮ ನೀಡಿವೆ. ಹೈಯೋ ಹಿಪ್ಪಸ್ ಮತ್ತು ಆ್ಯಂಕಿಥೀರಿಯಂಗಳೆರಡೂ ಗತವಂಶಿಗಳಾದವು. ಪ್ಯಾರಾಹಿಪ್ಪಸ್‌ನಿಂದ ಅಶ್ವಗಳ ನೈಜ ವಿಕಾಸ ಸಂತತಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿದ್ದು ಇದು ಮಯೋಹಿಪ್ಪಸ್ ಮತ್ತು ಮೆರಿಚಿಪ್ಪಸ್ ನಡುವಿನ ಸಂಕ್ರಮಣಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು (transitional stage) ಪ್ರತಿ ನಿಧಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಜೀವಿಯ ದಂತ ಶೃಂಗಗಳ ನಡುವಿನ ಕುಳಿಗಳು (valleys) ನೀಳಗೊಂಡು ಮುಮ್ಮುಖವೂ ಸಹ (frontal face) ಉದ್ಭವಾಯಿತು. ಕ್ಷೀಣಿಸಿ ಚಿಕ್ಕದಾದ ಪಾರ್ಶ್ವಬೆರಳುಗಳಿಂದಾಗಿ ನಡೆಯುವಾಗ ಈ ಬೆರಳು ಭೂಮಿಗೆ ತಾಕ ದಂತಾಯಿತು. ಮೆರಿಚಿಪ್ಪಸ್ ಪ್ಯಾರಾಹಿಪ್ಪಸ್‌ನಿಂದ ಜನ್ಮತಾಳಿದ್ದು, ಈ ಜೀವಿಯ ಮೂರು ಬೆರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಬೆರಳು ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಬೆರಳಾಗಿ ವಿಕಸಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಕಣ್ಣಿನೊಂದಿಗೆ ಕೆನ್ನೆಯೆಲುಬಿನ ಚಾಪವನ್ನು (zygomatic arch) ಒಂದುಗೂಡಿ ಸುವ ಮೂಳೆಯ ಸರಳನ್ನು (bar) ಹೊಂದಿ ತಲೆಬುರುಡೆ ವಿಕಸನಗೊಂಡು ಮುಖ ಉದ್ಭವಾಯಿತು. ಎತ್ತರವಾದ ಶೃಂಗಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಹಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಉನ್ನತ ದಂತ ಗಳೆಂದು (hypsodont) ಹೇಳಲಾಗಿದ್ದು, ಈ ಹಲ್ಲುಗಳು ಹುಲ್ಲನ್ನು ತಿನ್ನಲು ಯುಕ್ತ ವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡಿದ್ದವು. ಮಯೋಸೀನ್ ಯುಗದ ಅಂತ್ಯದ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಮೆರಿ ಚಿಪ್ಪಸ್ ಮತ್ತೆರಡು ವಿಧಗಳಾದ ಹಿಪ್ಪೇರಿಯನ್ ಮತ್ತು ಪ್ಲಯೋಹಿಪ್ಪಸ್‌ಗೆ ಜನ್ಮ ನೀಡಿತು. ಇವೆರಡೂ ವರ್ಗಗಳು ತೃತೀಯ ಕಾಲದ ಕೊನೆಯವರೆಗೆ ಜೀವಿಸಿದ್ದವು. ಹಿಪ್ಪೇರಿಯನ್ ಗಾತ್ರ ಒಂದು ಟಾಕಣದಷ್ಟಿತ್ತು (pony). ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದ ಒಂದೇ ಕಾಲ್ಬೆರಳುಳ್ಳ ಮೊದಲ ಕುದುರೆಯೇ ಪ್ಲಯೋಹಿಪ್ಪಸ್. ಇದರ ಎತ್ತರ 40 ಅಂಗುಲಗಳಷ್ಟಿತ್ತು. ಇದು ಆಧುನಿಕ ಈಕ್ವಿಡ್ಸ್‌ಗಳನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಸಿಬುರುಗಳಂತೆ ಕೃಶವಾದ ಪಾರ್ಶ್ವ ಬೆರಳುಗಳು ಪಾದದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಚರ್ಮ ದೊಳಗೆ ಹುದುಗಿವೆ. ಪ್ಲಯೋಹಿಪ್ಪಸ್ ಇಸ್ತಮಸ್‌ಭೂ ಸಂಧಿಯು ಮರಳಿ ಪೂರ್ವ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕಕ್ಕೆ ವಲಸೆ ಹೋಯಿತು. ಪ್ಲಯೋ ಹಿಪ್ಪಸ್‌ನ ಕೊನೆಯ ಸಂತತಿಯೇ ಆಧುನಿಕ ಈಕ್ವಸ್. ಇದು ಅಶ್ವ ವಿಕಾಸದಲ್ಲಿನ ಕೊನೆಯಹಂತ. ಈಕ್ವಸ್ ಮೊದಲು ಅಂದರೆ ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಯೂರೇಷ್ಯ ಮತ್ತು ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡಗಳಲ್ಲಿ ವಾಸವಾಗಿದ್ದು. ಇವುಗಳ ಅವಶೇಷಗಳು ಅಲ್ಲಿಯ ಶಿಲಾಸಮುದಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿವೆ. ಇದು ಹುಟ್ಟಿದ್ದು ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡ. ಆದರೆ ಮಾತೃಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಾಶ್ಚರ್ಯಕರ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಗತಿಸಿದ್ದರೂ, ಪ್ಲೀಸ್ಟೋಸೀನ್ ಕೊನೆಯ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಪೂರ್ವಾರ್ಧಗೋಳಕ್ಕೆ ವಲಸೆ ಹೋಗಿ ಅಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಲಾರಂಭಿಸಿದವು. ಹಲವು ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ ವರ್ತಮಾನಕಾಲದ ಆದಿಯಲ್ಲೇ ಅಶ್ವವಿಕಾಸದ ತವರೂರಾದ ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡದಲ್ಲಿ ಅಶ್ವಗಳು ಸಾಂಕ್ರಾಮಿಕ

ರೋಗಗಳಿಗೆ ಬಲಿಯಾಗಿ ಹೇಳ ಹೆಸರಿಲ್ಲದಂತೆ ಅದೃಶ್ಯವಾದವು. ದುರದೃಷ್ಟವಶಾತ್ ಪೂರ್ವಾರ್ಧಗೋಳದ ಅಶ್ವಗಳೇನಾದರೂ ಬದುಕುಳಿಯದೇ ಹೋಗಿದ್ದರೆ ನಾವಿಂದು ಕೇವಲ ಅಸ್ಥಿಪಂಜರಗಳಿಂದ ರೂಪಿಸಿದ ಕುದುರೆಯನ್ನು ನೋಡಬೇಕಿತ್ತು.

ಖಡ್ಗಮೃಗಗಳು : ಅಶ್ವ ಕುಟುಂಬವನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಪಳೆಯುಳಿಕೆ ದಾಖಲೆಯಲ್ಲಿ ಖಡ್ಗಮೃಗಗಳಿಗೆ (rhino ceras) ದ್ವಿತೀಯಸ್ಥಾನ. ಈ ಕುಟುಂಬದ ಆಧುನಿಕ ಜೀವಿಗಳು ಆಫ್ರಿಕಾ, ಇಂಡಿಯಾ, ಜಾವಾ ಮತ್ತು ಸುಮಾತ್ರ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತಗೊಂಡು ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡದಲ್ಲಿ ವಿದೇಶೀಯರಂತೆ ಜೀವಿಸುತ್ತಿವೆ



1. ಹೈರಕೊಡಾಸ್ 2. ಮಿಟಮೈನೋಡಾನ್ 3. ಬಲೂಚಿ ಥೀರಿಯಂ
4. ಟೀಲಿಯೋ ಸೀರಸ್ 5. ಅಸೀರಥೀರಿಯಂ 6. ಭಾರತದ ಖಡ್ಗಮೃಗ

ಚಿತ್ರ 6. ಖಡ್ಗಮೃಗಗಳು

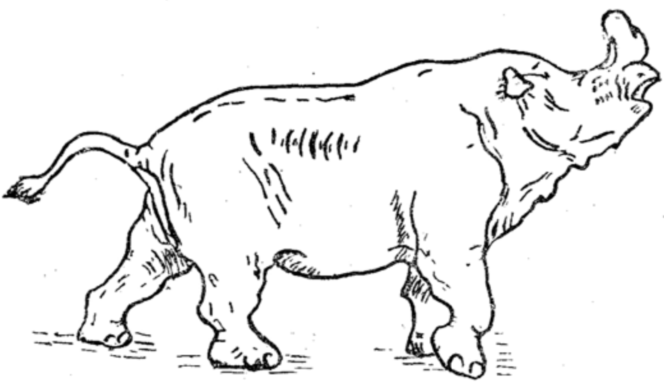
ತೃತೀಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ವಾಸಸ್ಥಾನ ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡವಾಗಿದ್ದು ಮಾತೃಭೂಮಿ ಪಶ್ಚಿಮ ಅಮೆರಿಕ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನವಾಗಿತ್ತು. ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕ ಮತ್ತು ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯ ದೇಶಗಳನ್ನುಳಿದು ಇವು ಪ್ರಪಂಚದ ಮೂಲೆ ಮೂಲೆಗೂ ಪ್ರಸರಿಸಿದವು. ಬೃಹದ್ದೇಹಿ ಆಧುನಿಕ ಖಡ್ಗಮೃಗಗಳ ಭುಜದವರೆಗಿನ ಎತ್ತರ 4–6½ ಅಡಿ, ನೀಳವಾದ ದೇಹ, ಆನೆಯಂತಹ ಗಿಡ್ಡನೆಯ ಕಾಲುಗಳು, ಮೂಗಿನ ಮತ್ತು ಮುಮ್ಮುಖದ ಮೇಲೆ ಒಂದೊಂದು ಕೋಡು (horn), ಗಡಸು ಕೊಂಬುವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಮೂಳೆರಹಿತವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡ ಕೋಡು ಪಳೆಯುಳಿಕೆ ರೂಪದಲ್ಲಿ ರಕ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿಲ್ಲ.

ಈ ಪ್ರಾಣಿಯ ತಲೆಯೋಡಿನ ಒರಟು ಮತ್ತು ಮಂದವಾದ ಭಾಗಗಳಿಂದ ಇವುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಲ್ಪಾಗಿದೆ. ಪ್ರಾಚೀನ ಖಡ್ಗಮೃಗಗಳಲ್ಲಿ ಕೋಡುಗಳಿರಲಿಲ್ಲ. ಆಧುನಿಕ ಖಡ್ಗಮೃಗದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪಾದದಲ್ಲಿಯೂ ಮೂರು ಬೆರಳುಗಳಿದ್ದು, ನಡು ಬೆರಳು ಬಹುದೊಡ್ಡದು. ಆದರೆ ಆದಿಮ ಖಡ್ಗಮೃಗಗಳಲ್ಲಿ ಮುಂಗಾಲಿನಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಬೆರಳುಗಳಿದ್ದವು. ಮಧ್ಯ ಇಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ಬ್ರಿಡ್ಜರ್ ಶಿಲಾಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಆದಿಮ ಖಡ್ಗಮೃಗಗಳ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳು ದೊರೆತಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹೈರಾಕ್ಯೂಸ್ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದುದು. ಕುರಿಯಷ್ಟು ಗಾತ್ರವುಳ್ಳ ಈ ಜೀವಿಯ ಅಸ್ಥಿಪಂಜರಗಳು ವಿಕಸನಗೊಂಡಿಲ್ಲದ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು ಪ್ರಾಗ್ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೆರಳಿಸಿವೆ. ಪ್ರಾಚೀನ ಖಡ್ಗಮೃಗಗಳಿಂದ ನಾಲ್ಕು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂತತಿಗಳ ಉದಯ ವಾಗಿದೆ. (1) ಹೈರಕೋಡಾನ್: ಹಗುರ ದೇಹವುಳ್ಳ ಕೋಡುರಹಿತ ಪ್ರಾಣಿ. (2) ಅಮೈನೊಡಾಂಟ್ಸ್ : ಗಿಡ್ಡನೆಯ ಸ್ಥೂಲಕಾಲುಳ್ಳ ಜಲವಾಸಿ ಬೃಹಜ್ಜೀವಿ, (3) ಬಲೂಚಿಥೀರಸ್ : ನೀಳವಾದ ಕತ್ತುಳ್ಳ ಕೋಡುರಹಿತ ದೈತ್ಯಾಕಾರಿ. (4) ನೈಜ ಖಡ್ಗಮೃಗಗಳು : ಕೋಡುಳ್ಳಜೀವಿ.

ಅಮೆರಿಕ ದೇಶದ ಪಶ್ಚಿಮಭಾಗದ ಆಲಿಗೋಸೀನ್, ಮಯೋಸೀನ್ ಮತ್ತು ಕೆಳಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಶಿಲಾಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಜೀವಿಯ ಅವಶೇಷಗಳು ಪ್ರಾಂತೀಯ ಅಸ್ಥಿ ಪದರಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿವೆ. ಮಯೋಸೀನ್ ಯುಗೋತ್ತರ ಮತ್ತು ಆದಿ ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ನೆಬ್ರಾಸ್ಕ ಮತ್ತು ಕಾನ್ಸಾಸ್‌ನ ನದಿ ಮತ್ತು ಜವುಗು ಪ್ರದೇಶಗಳುದ್ದಕ್ಕೂ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದ ದೊಡ್ಡ ಪೀಪಾಯಿಯಂತಹ ಉದ್ದನೆಯ ದೇಹ ಮತ್ತು ವಿಕಾರವಾದ ಗಿಡ್ಡನೆಯ ಕಾಲುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದ ಟೀಲಿಯೋಸೀರಸ್ ಜಗತ್ಪ್ರಸಿದ್ಧಿಯಾಗಿತ್ತು. ಬಲೂಚಿಥೀರಸ್‌ಗಳು ಬಲೂಚಿಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದುದ ರಿಂದ ಈ ಹೆಸರು. ಭೂಸಸ್ತನಿಗಳಲ್ಲೇ ಇವು ಬಹು ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಾಣಿಗಳು. ಎತ್ತರ 16 ಅಡಿಗಳಿಗೂ ಮಿಗಿಲು. ಉದ್ದ ಸುಮಾರು 25 ಅಡಿ. ತಲೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಎರಡು ಬಲಿಷ್ಠ ಕೋಡುಗಳು ಈ ಜೀವಿಯ ರಕ್ಷಣಾ ಸಾಧನಗಳು. 4½ ಅಡಿಯ ಶಿರದೊಂದಿಗೆ ಕತ್ತೂ ಸಹ ಅಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ವಿಸ್ತರಿಸಿತ್ತು. ಇವುಗಳ ಆಹಾರ ಮರದ ಎಲೆಗಳು. ಕಾಲ ಆಲಿಗೋಸೀನ್ ಯುಗೋತ್ತರ ಅಥವಾ ಆದಿಮಯೋಸೀನ್. ಇವುಗಳ ಅವಶೇಷಗಳು ಮಂಗೋಲಿಯ, ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಸಿಂಧ್ ಪ್ರಾಂತದ ಮೇಲಣಗಜ್ ಮತ್ತು ಸಿವಾಲಿಕ್ ಶಿಲಾ ಸಮುದಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಹೇರಳವಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ಟೈಟನೋಥೀರಸ್ : ಪಶ್ಚಿಮ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನದ ಇಯೋಸೀನ್ ಆದಿ ಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡ ಈ ಗುಂಪು ಆಲಿಗೋಸೀನ್ ಯುಗದಲ್ಲಿ ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ವಿಕಸನ ಗೊಂಡು ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಉಚ್ಛ್ರಾಯ ಮಟ್ಟವನ್ನು ತಲುಪಿ ಸಂತಾನರಹಿತವಾಗಿ ನಾಟಕೀಯವಾಗಿ ಅದೃಶ್ಯವಾಯಿತು. ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದ ಈ ಗುಂಪಿನ ಪ್ರತಿನಿಧಿಗಳು ಏಷ್ಯ ಮತ್ತು ಯೂರೋಪ್ ಖಂಡಗಳಲ್ಲೂ

ಕಂಡುಬಂದಿವೆ. ಕುರಿಯ ದೇಹಕ್ಕಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲ ಪ್ರಾಣಿಯ ತಲೆಯೋಡು ಉದ್ದ ಮತ್ತು ಕಿರಿದು. ಕೋಡುರಹಿತವಾದ ತಲೆಯೋಡಿನಲ್ಲಿ ದಂಷ್ಟ್ರಗಳಿದ್ದವು. ಮುಂಗಾಲುಗಳಲ್ಲಿ (fore limbs) ನಾಲ್ಕು ಮತ್ತು ಹಿಂಗಾಲುಗಳಲ್ಲಿ (hind limbs) ಮೂರು ಬೆರಳುಗಳಿದ್ದವು. ಅನಂತರದ ಟೈಟನೋಥೀರಸ್‌ಗಳ ದೇಹ ವಿಕಸಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಆನೆಯ ದೇಹಕ್ಕೆ ಸರಿಸಮನಾಗಿ ಬೆಳೆಯಿತು. ಸ್ತೂಪದಂತಿದ್ದ ಮಂದವಾದ ಕಾಲುಗಳಿಗೆ ಅಂಗಾಲಿನ ಮೆತ್ತನೆಯ ಆಸರೆ. ತಲೆಯಮೇಲೆ ಮೂಳೆಯ ಗುಬುಟುಗಳು ಮತ್ತು ಮೂಗಿನಮೇಲೆ ದೊಡ್ಡಮೂಳೆಯುಗ್ಮದಿಂದ ಕೂಡಿದ ಕೋಡುಗಳು. ಕೋಡುಗಳ ವಿಕಾಸ ಮುಂದುವರಿದ ಹಾಗೆಲ್ಲಾ ದಂಷ್ಟ್ರಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಇಳಿಯಿತು.



ಚಿತ್ರ 7. ಬ್ರಾಂಟೋಥೀರಸ್

ಕೋಡುಗಳಿಂದಾಗುವ ಸಂಘಟ್ಟನೆಯನ್ನು ತಡೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಶಕ್ತಿಯೂ ಈ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿಸಿತು. ಕೊನೆಯ ಟೈಟನೋಥೀರಸ್‌ಗಳ ಮಿದುಳು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದು ಮನುಷ್ಯನ ಮುಷ್ಟಿಗಿಂತಲೂ ದೊಡ್ಡದಾಗಿರಲಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ಈ ಜೀವಿಗಳು ಅಲ್ಪಮತಿಗಳೆನಿಸಿದ್ದವು. ಆಲಿಗೋಸೀನ್ ಮಧ್ಯಕಾಲದ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಗತವಂಶಿಗಳಾದವು. ಈ ಕುಟುಂಬದ ಬಹು ಇತ್ತೀಚಿನ ಜೀವಿಯೇ ಬ್ರಾಂಟೋಥೀರಿಯಂ (ಚಿತ್ರ 7). ಭುಜದವರೆಗಿನ ಎತ್ತರ 8 ಅಡಿ. ಖಡ್ಗಮೃಗಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹಲವು ಪಟ್ಟು ದೊಡ್ಡದು. ಇವು ಅಮೆರಿಕ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನ, ಮಂಗೋಲಿಯ ಮತ್ತು ಯೂರೋಪ್‌ನಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದುವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ಚಾಲಿಕೋಥೀರಸ್‌ಗಳು : ಬಹು ವಿಲಕ್ಷಣ ಜೀವಿಗಳಿವು. ಇವುಗಳ ಅವಶೇಷಗಳು ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಮತ್ತು ಯೂರೋಪ್ ಖಂಡಗಳಲ್ಲಿ ಮಧ್ಯ ಇಯೋಸೀನ್ ಮತ್ತು ಕೆಳಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ಶಿಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬಂದಿವೆ. ಈ

ಜೀವಿಗಳ ತಲೆಯೋಡು ಮತ್ತು ಅಸ್ಥಿಪಂಜರದ ಅವಶೇಷಗಳು ಅಶ್ವದ ತಲೆಯೋಡು ಮತ್ತು ಅಸ್ಥಿಪಂಜರಕ್ಕೆ ಸದೃಶವಾಗಿವೆ. ಪಾದದಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಮೊನೆಯುಗುರುಗಳಿದ್ದವು (claws). ಈ ವಿಕೃತ ರೂಪಿಗಳು ಸಸ್ಯಾಹಾರಿಗಳಾಗಿದ್ದುವೆಂದು ಇವುಗಳ ದಂತರಚನೆಯಿಂದ ವ್ಯಕ್ತಪಟ್ಟಿದೆ. ಅಮೆರಿಕ ದೇಶದ ವಿಶಿಷ್ಟ ವರ್ಗವೆನಿಸಿದ್ದ ಈ ಜೀವಿಯ ಅವಶೇಷಗಳು ನೆಬ್ರಾಸ್ಕದ ಮಯೋಸೀನ್ ಶಿಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬಂದಿವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಯೂರೋಪ್ ಮತ್ತು ಏಷ್ಯ ಖಂಡಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಜೀವಿಸಿದ್ದುವೆಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ, ಕಾಲ: ಇಯೋಸೀನ್–ಪ್ಲಯೋಸೀನ್.

ಸಮಗೊರಸಿನ ಸಸ್ತನಿಗಳು :—(artiodactyls): ಈ ಗುಂಪಿನ ಜೀವಿಗಳ ಕಾಲು ಮತ್ತು ಹಲ್ಲುಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳಿಂದ ಇವನ್ನು ವಿಷಮ ಗೊರಸಿನ ಸಸ್ತನಿಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ಪಾದದ ಅಕ್ಷ (axis) ಮೂರು ಮತ್ತು ನಾಲ್ಕನೆಯ ಬೆರಳುಗಳ ನಡುವೆ ರೂಪುಗೊಂಡಿದ್ದು, ಸಮಗಾತ್ರವುಳ್ಳ ಬೆರಳುಗಳು ಸಮಾಂಗತ್ವವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಆದಿಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಐದನೆಯ ಕಾಲ್ಬೆರಳ ಗುರುತು ಇನ್ನೂ ಉಳಿದಿದ್ದರೂ ಕಾಲ್ಬೆರಳ ಸಂಖ್ಯೆ ನಾಲ್ಕು ಅಥವಾ ಎರಡಕ್ಕೆ ಇಳಿದಿದೆ. ಪಾದದ ಕೀಲಿನ ಮೂಳೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬರುವ ವಿಲಕ್ಷಣ ಮತ್ತು ವಿಶಿಷ್ಟ ರಚನೆ ಎಲ್ಲಾ ಸಮಗೊರಸಿನ ಸಸ್ತನಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಅರೆಹಲ್ಲುಗಳಿವೆ. ಪ್ರಾಚೀನ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಶಂಕುವಿನಾಕಾರದ ಶೃಂಗಗಳಿದ್ದು (cone shaped crowns) ಹೆಚ್ಚು ವಿಕಸನಗೊಂಡ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಅರ್ಧಚಂದ್ರಾಕೃತಿಯ ಎನಾಮಲ್‌ನ ಅರೆಯುವ ಏಣುಗಳು (grinding-ridges) ರೂಪುಗೊಂಡಿವೆ. ಈ ಗುಂಪಿನ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳು ಇಯೋಸೀನ್‌ನಿಂದ ನವಜೀವಕಲ್ಪದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಶಿಲಾಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಡು ಬಂದಿವೆ. ಸಮಗೊರಸಿನ ಜೀವಿಗಳು ಪೂರ್ವಾರ್ಧ ಗೋಳದಲ್ಲಿ ಪ್ರಥಮ ಬಾರಿಗೆ ಉಗಮಗೊಂಡು ಪಶ್ಚಿಮಾರ್ಧ ಗೋಳಕ್ಕೆ ವಲಸೆಹೋದಾಗ ಬಹುತೇಕ ವಿಧಗಳು ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿವೆಯೆಂದು ಪಳೆಯುಳಿಕೆ ದಾಖಲೆಯಿಂದ ದೃಢಪಟ್ಟಿದೆ. ಈ ಗುಂಪಿನ ಮುಖ್ಯ ಜೀವಿ ಗುಂಪುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮಾತ್ರ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

ಓರಿಯೋಡಾಂಟ್ಸ್ :—ಈ ಜೀವಿಗಳು ನವಜೀವ ಕಲ್ಪದ ಮಧ್ಯಕಾಲದ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಪಶ್ಚಿಮ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದವು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುತೇಕ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ದೇಹ ಒಂದು ಕುರಿಯಷ್ಟು. ಉದ್ದನೆಯ ದೇಹದೊಂದಿಗೆ ಚಿಕ್ಕ ಕಾಲುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಈ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಹಂದಿಯನ್ನು (Hog) ಹೋಲುವಂತಿದ್ದರೂ ಈ ಬಗೆಯ ಸಾಮ್ಯತೆ ಬಾಹ್ಯ ತೋರಿಕೆಯದಾಗಿತ್ತು. ಇವುಗಳ ಹಲ್ಲುಗಳು ಒಂಟೆಯ ಹಲ್ಲುಗಳಂತಿದ್ದು, ಗೊರಸಿನಲ್ಲಿ ಸಮಾಂಗತ್ವ ರಚನೆಯಿತ್ತು. ಇವನ್ನು ಮೆಲುಕು ಜೀವಿಗಳೆಂದೂ (cud chewers) ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇಯೋಸೀನ್ ಕೊನೆಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಉಗಮಗೊಂಡ ಈ ಜೀವಿಗಳು ಆಲಿಗೋಸೀನ್ ಯುಗದಲ್ಲಿ ವಿಕಾಸದ ಉತ್ತುಂಗ

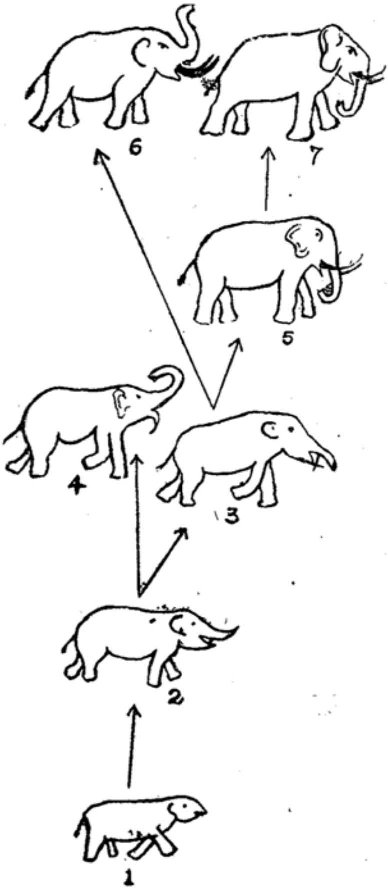
ಮಟ್ಟವನ್ನು ತಲುಪಿ ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಆದಿಯವರೆಗೂ ಜೀವಿಸಿದ್ದವು. ಮೊದಲಿನಿಂದ ಕೊನೆಯವರೆಗೂ ನಾಲ್ಕು ಕಾಲ್ಬೆರಳನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಂಡು ಬಂದಿದ್ದೇ ಅಲ್ಲದೆ ದೇಹದ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳವೇನೂ ಕಂಡು ಬರಲಿಲ್ಲ. ಬಯಲು ಮತ್ತು ನದಿ ಕಣಿವೆಗಳಲ್ಲಿ ಗುಂಪುಗೂಡಿ ಸಮುದಾಯ ಜೀವನ ನಡೆಸಿ ಸ್ವರ್ಗವಾಸಿಗಳಾದವು. ಇವು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತಗೊಂಡಿದ್ದುವೆಂದು ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತಪಟ್ಟಿದೆ.

ಎಂಟಿಲೊಡಾಂಟ್ಸ್ :—ಇವುಗಳಿಗೆ ದೈತ್ಯಾಕಾರಿ ಹಂದಿಗಳೆಂದೂ ಹೆಸರು. ನವಜೀವಕಲ್ಪದ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡ ಈ ಜೀವಿಗಳು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಕಾಲ ದಲ್ಲಿಯೇ ಬಹು ಮನೋಹರವಾದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಅಭಿನಯಿಸಿ ಮಾಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಗತವಂಶಿಗಳಾದವು. ಹಂದಿ ಕುಟುಂಬದ ದೂರ ಸಂಬಂಧಿಗಳಾದ ಈ ದೈತ್ಯಾಕಾರಿಯ ಕೆಳಭುಜದವರೆಗಿನ ಎತ್ತರ ಆರು ಅಡಿ. ತಲೆಯೋಡು ಬಹು ನೀಳವಾಗಿ ಮುಂಚಾಚಿದ್ದು ವಿಲಕ್ಷಣವಾದ ಮೂಳೆಯ ಗಂತಿಗಳು (bony excrescences) ಕಣ್ಣು ಮತ್ತು ದವಡೆಯ ಕೆಳಗೆ ರೂಪುಗೊಂಡಿದ್ದವು. ಸ್ಥೂಲವಾದ ಉದ್ದವಲ್ಲದ ಕೋರೆಹಲ್ಲುಗಳು ಈ ಜೀವಿಯ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳಾಗಿದ್ದು, ಇದನ್ನು ಜಡಭರಿತ ಜೀವಿಯೆಂದೂ ಕರೆಯುವು ದುಂಟು.

ಒಂಟೆಗಳು :—ಮಧ್ಯ ಏಷ್ಯ ಮತ್ತು ಉತ್ತರ ಆಫ್ರಿಕದ ಮರಳ್ಗಾಡು ಈ ಕುಟುಂಬದ ಸಜೀವ ಜಾತಿಯ, ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕದ ಶೀತಪ್ರಾಂತಗಳು ಲಾಮಾ ಎಂಬ ಜಾತಿಯ ತೌರುಮನೆಗಳು. ಆದರೂ ಇವುಗಳ ಪುರಾತನ ವಾಸಸ್ಥಳ ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡ. ಪ್ರಾಚೀನ ಒಂಟೆಗಳ ದೇಹ ಒಂದು ಪುಟ್ಟ ಕುರಿಯ ಮರಿಗಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕ ದಾಗಿತ್ತು. ಮುಂಗಾಲು ಮತ್ತು ಹಿಂಗಾಲಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರಮವಾಗಿ ನಾಲ್ಕು ಮತ್ತು ಎರಡು ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಬೆರಳುಗಳಿದ್ದವು. ಇವುಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಇನ್ನೂ ಎರಡು ಬೆರಳ ಗುರುತು ಹಿಂಗಾಲಿನಲ್ಲಿದೆ. ಮೇಲಣ ಇಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲ ಜಾತಿಯೇ ಪ್ರೋಟಿಲೋಪಸ್. ಈ ಕುಟುಂಬ ಮಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಹಲವು ಬುಡಕಟ್ಟುಗಳಾಗಿ ಕವಲೊಡೆಯಿತು. ಪ್ರಮುಖ ಸಂತತಿಗಳು ಮಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ಪ್ರೊಕ್ಯಾಮೆಲಸ್ ಮೂಲಕ ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಮತ್ತು ಪ್ಲೀಸ್ಟೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ಕ್ಯಾಮೆಲಾಪ್ಸ್‌ಗಳವರೆಗೆ ವಿಕಸನಗೊಂಡವು. ದುರ್ಬಲವಾದ ನಾಲ್ಕು ಬೆರಳುಳ್ಳ ಕಾಲುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಪ್ರೋಟಿಲೋಪಸ್ ಪುಟ್ಟ ಮೊಲಕ್ಕಿಂತಲೂ ದೊಡ್ಡದಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ವಿಕಾಸಹೊಂದಿ ರೂಪುಗೊಂಡ ಜೈಜಾಂಟೊ ಕ್ಯಾಮೆಲಸ್‌ನ ಎತ್ತರ $7\frac{1}{2}$ ಅಡಿ. ಬಯಲುವಾಸಿಯಾದ ಈ ಜೀವಿ ಕತ್ತನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಚಾಚಿದರೆ ಕತ್ತು ಭೂಮಿಯಿಂದ 9 ಅಡಿ ಎತ್ತರದವರೆಗೆ ಲಂಬಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಇದರ ಕಾಲ ಪ್ಲೀಸ್ಟೋಸೀನ್. ಕುದುರೆ ಯಂತೆ ಒಂಟೆಯ ಕುಟುಂಬವೂ ಸಹ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡದಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ನೀರ್ಗಲ್ಲ ಯುಗಗಳವರೆಗೆ ಜೀವಿಸಿದ್ದು ಅನಂತರ ಗತಿಸಿತು.

ಬೋವಿಡ್ಸ್ :—ಜಾನುವಾರು, ಕುರಿ, ಮೇಕೆ, ಕಾಡೆಮ್ಮೆ, ಕಸ್ತೂರಿವೃಷಭ (muskox), ಹರಿಣ (antelopes) ಮೊದಲಾದವು ಈ ಕುಟುಂಬದ ಮುಖ್ಯ ಪ್ರಾಣಿಗಳು. ಪರಸ್ಪರ ರಕ್ತಸಂಬಂಧವನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಈ ಜೀವಿಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮ್ಯತೆಯಿದೆ. ಇವುಗಳ ಮೇಲ್ದವಡೆಯಲ್ಲಿ ಅಗ್ರದಂತಗಳ ಕೊರತೆಯಿದ್ದು, ಕೊಂಬು ಪದಾರ್ಥದಿಂದ ಆದ ಚರ್ಮದಿಂದ ಸುತ್ತುವರಿದ ಅಸ್ಥಿ ತಿರುಳು (bony core) ಕವಲೊಡೆದಿಲ್ಲ. ನೈಜ ಕೋಡುಗಳಾಗಲೇ (true horns) ರೂಪುಗೊಂಡಿದ್ದವು. ನಾಗರಿಕ ಸಂಸ್ಕೃತಿಯ ಆರಂಭದಿಂದಲೂ ಇನ್ಯಾವುದೇ ಕುಟುಂಬಕ್ಕಿಂತಲೂ ಈ ಕುಟುಂಬದ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಮಾನವನು ತನ್ನ ಕಲ್ಯಾಣಕ್ಕಾಗಿ ದುಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಾನೆ. ಈಗ ವಂಶ ನಷ್ಟ ಹೊಂದಿರುವ ಸಂತತಿಗಳಿಂದ ಬಹು ಪುರಾತನ ವರ್ಗಗಳು ಮಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ವಿಕಸನಗೊಂಡು ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟು ಪ್ಲೀಸ್ಟೋಸೀನ್ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಆಧುನಿಕತೆಯ ಮಜಲನ್ನು ತಲುಪಿದವು. ನೀರ್ಗಲ್ಲು ಯುಗದಲ್ಲಿ ಬಹುತೇಕ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಯೂರೋಪ್ ಖಂಡದಿಂದ ವಲಸೆ ಹೊರಟು ಏಷ್ಯ ಮತ್ತು ಆಫ್ರಿಕ ಖಂಡದ ಬಯಲುಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಅನುಕೂಲವಾದ ಸನ್ನಿವೇಶವನ್ನು ಹುಡುಕಿಕೊಂಡವು. ಪ್ಲೀಸ್ಟೋಸೀನ್ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ಎಮ್ಮೆ ಜಾತಿಯ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಬೇರಿಂಗ್ ಭೂ ಶಿಖರದ ಮೂಲಕ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಅಪರಿಮಿತ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಉದಯಿಸಿದವು. ಕಸ್ತೂರಿ ವೃಷಭವೂ ಕೂಡ ಇದೇ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡವನ್ನು ತಲುಪಿತ್ತು. ಕಾಡೆಮ್ಮೆಗಳು ಬಯಲು ಪ್ರದೇಶಗಳ ಮೇಲೆ ದಾಳಿಯಿಟ್ಟು ಧ್ವಂಸಮಾಡಿದವು. ಈ ಜೀವಿಯು ಇತ್ತೀಚಿನ ಪ್ರಭೇದಗಳಿಗಿಂತಲೂ ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದು ಭಾರಿ ಗೂನು ಬೆನ್ನಿನ ಆಕಾರವನ್ನು ಹೊಂದಿ ವಿಶಿಷ್ಟತೆಯನ್ನು ಗಳಿಸಿತು. ಹಲವು ಬಗೆಯ ಕಾಡೆಮ್ಮೆ ಪ್ರಭೇದಗಳೊಂದಿಗೆ ಮಾನವನು ಸಮಕಾಲೀನವಾಗಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳಿವೆ.

ಆನೆಗಳು :—ವಾಸ್ತವಿಕ ಹಿತಾಸಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಪಳೆಯುಳಿಕೆ ದಾಖಲೆಯ ಅರಿವಿನ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ನೋಡಿದರೆ ಆನೆ ಕುಟುಂಬವು ಅಶ್ವ ಕುಟುಂಬಕ್ಕೆ ಸರಿದೂಗುತ್ತದೆ. ಈಗಾಗಲೇ ಅವನತಿಯ ಹಂತವನ್ನು ಸಮೀಪಿಸುತ್ತಿರುವ ಬಹು ಮನೋಹರವಾದ ಈ ಕುಟುಂಬದ ಗಜಗಳು ಕೇವಲ ಆಫ್ರಿಕ ಮತ್ತು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಜೀವಿಸಿವೆ. ಪ್ರಾಚೀನ ಜರಾಯು ಸಸ್ತನಿಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಈ ಕುಟುಂಬದಲ್ಲಾಗಿರುವ ವಿಕಾಸ ಬಹು ವಿಶಿಷ್ಟ ರೀತಿಯದು. ಇವುಗಳ ನಾಸಿಕ ಮತ್ತು ಮೇಲ್ತುಟಿ ಸಂಮಿಳಿತಗೊಂಡು ಸೊಂಡಿಲು ರೂಪುಗೊಂಡಿತು. ಹೀಗಾಗಿ ಈ ಗಣಕ್ಕೆ ಪ್ರೊಬಾಸೀಡಿಯನ್ ಅಥವಾ ಶುಂಡಾಲ ಗಣವೆಂದು ಹೆಸರು. ಇಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು 60 ಮಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಪ್ರಥಮ ಆನೆಗಳು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡವು. ಇವುಗಳ ಮೂಲ ವಾಸಸ್ಥಳ ಉತ್ತರ ಆಫ್ರಿಕ. ಈ ಕುಟುಂಬದ ಮೊದಲ ಜೀವಿಯಾದ ಮೋಯಿರಿಥೀರಿಯಂ ಅವಶೇಷಗಳು ಕೈರೋದ ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕಿರುವ



1. ಮೋಯಿರಿಥೀರಿಯಂ 2. ಫಯೋಮಿಯ
3. ಗಾಂಫೋಥೀರಿಯಂ 4. ಡೈನೋಥೀರಿಯಂ
5. ಸೆಗಲೊಪೋಡಾಸ 6. ಮ್ಯಾಸ್ಟೋಡಾನ್
7. ಆನೆ

ಚಿತ್ರ 8. ಆನೆಗಳ ವಿಕಾಸ

ಫಾಯಂ ಮರಳ್ಗಾಡಿನ ಇಯೋಸೀನ್ ಕೊನೆಯ ಮತ್ತು ಆಲಿಗೋಸೀನ್ ಮೊದಲ ಶಿಲಾಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿವೆ. ಎತ್ತರ ಕೇವಲ ಎರಡು ಅಡಿ. ಸೊಂಡಿಲು ರೂಪುಗೊಂಡಿರಲಿಲ್ಲ (trunk). ಆದರೂ ಇವುಗಳ ತಲೆಬುರುಡೆ ಮತ್ತು ದಂತ ರಚನೆಯನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಇವು ಆನೆ ಕುಟುಂಬದ ಅತ್ಯಂತ ಆದ್ಯ ಜೀವಿಗಳೆಂದು (very primitive) ಹೇಳಬಹುದು. ಈ ಜೀವಿಯ ಅವಶೇಷಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕಾಸದ ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ಕುರುಹುಗಳು ಕಂಡುಬಂದಿವೆ. ಇವಕ್ಕೆ ಸದೃಶವಾದ ಪುರಾತನ ಜೀವಿಗಳಿಂದ ಇಡೀ ಗಜ ಸಮುದಾಯ ಉಗಮಗೊಂಡು ಕೊನೆಗೊಮ್ಮೆ ಗತವಂಶಿಗಳಾದುವು. ಹೀಗೆ ಉಗಮಗೊಂಡ ಆನೆ ಕುಟುಂಬದಲ್ಲಿ 350 ಪ್ರಭೇದಗಳಿವೆ. ಮೋಯಿರಿಥೀರಿಯಂ ಆಲಿಗೋಸೀನ್ ಯುಗದಲ್ಲೂ ಮುಂದುವರೆದಿದ್ದು, ಇದೇ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಈಜಿಪ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆರಡು ಪ್ರಾಚೀನ ವರ್ಗಗಳಾದ ಫಯೋಮಿಯ ಮತ್ತು ಪೇಲಿಯೋಮ್ಯಾಸ್ಟೋಡಾನ್‌ಗಳೂ ಜೀವಿಸಿದ್ದವು. ಈ ಎರಡು ವರ್ಗಗಳ ದೇಹ ಮೋಯಿರಿಥೀರಿಯಂಗಿಂತ ದೊಡ್ಡವಾಗಿದ್ದು, ಇತ್ತೀಚಿನ ಕೆಲವು ಪ್ರಭೇದಗಳು ನಿಜವಾದ ಆನೆಯಂತಿದ್ದವು. ಎರಡು ದವಡೆಗಳಲ್ಲೂ ದಂತಗಳು (tusks) ರೂಪುಗೊಂಡಿದ್ದು, ಬಹುಶಃ ಸೊಂಡಿಲ ಬೆಳವಣಿಗೆಯೂ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿತ್ತೆಂದು ತೋರುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡು ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷತಃ ಫಯೋಮಿಯದ ಕೆಳದವಡೆ ಉದ್ದವಾಗಿತ್ತು. ಈ ಮೂರು ವರ್ಗಗಳೂ ಆದಿ ಜರಾಯು

ಸಸ್ತನಿಗಳಿಂದ ವಿಕಸಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ರೂಪುಗೊಂಡ ಒಂದೇ ಸಂತತಿಯಿಂದ ಉಗಮಗೊಂಡು ವೆಂದು ವ್ಯಕ್ತಪಟ್ಟಿದೆ.

ಮಯೋಸೀನ್ ಯುಗದ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು 25 ಮಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಮೊದಲ ಆನೆಯ ಸಂತತಿಗಳು ಆಫ್ರಿಕ ಖಂಡದಿಂದ ಯುರೇಷ್ಯ ಮತ್ತು ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡಗಳವರೆಗೆ ಹಬ್ಬಿದ್ದವು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುತೇಕ ಆನೆಗಳು ಮ್ಯಾಸ್ಟೋಡಾನ್ ಗುಂಪಿನವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದ್ದು, ಮ್ಯಾಸ್ಟೋಡಾನ್‌ಗಳ ಉಗಮ ಫಯೋಮಿಯ ಮತ್ತು ಪೇಲಿಯೋ ಮ್ಯಾಸ್ಟೋಡಾನ್‌ಗಳ ವಿಕಸನದಿಂದ ಆಗಿದೆ. ಆದರೆ ಡೈನೋಥೀರಸ್‌ಗಳ ವಂಶವೃಕ್ಷ ಅತ್ಯಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದು, ಇವುಗಳ ಉಗಮಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಮಾಹಿತಿ ಅಸ್ಪಷ್ಟ ಮತ್ತು ಅನಿಶ್ಚಿತವಾಗಿದೆ. ಇವು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಆನೆಗಳಂತಿದ್ದರೂ ಇತರೆ ಶುಂಡಾಲಗಳಿಂದ ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದವು. ಇವುಗಳ ಮೇಲ್ದವಡೆಯಲ್ಲಿ ದಂತಗಳಿರಲಿಲ್ಲವಾದರೂ ಕೆಳದವಡೆಯ ದಂತಗಳು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಬಾಗಿದ್ದವು. ಆಫ್ರಿಕ ಮತ್ತು ಯುರೇಷ್ಯ ಖಂಡಗಳಲ್ಲಿ 25 ಮಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳ ವರೆಗೆ ಜೀವಿಸಿದ್ದ ಡೈನೋಥೀರಸ್‌ಗಳ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳವೊಂದನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಇನ್ನಾವುದೇ ಬಗೆಯ ಮಾರ್ಪಾಡುಗಳು ಆಗಿಲ್ಲ.

ಮ್ಯಾಸ್ಟೋಡಾನ್ ಎಂದರೆ ಕ್ಷೀರದಂತ ಪ್ರಾಣಿ ಎಂಬರ್ಥ ಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಜೀವಿಗಳು ಮಯೋಸೀನ್ ಮತ್ತು ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಯುಗಗಳಾದ್ಯಂತ ಹಾಗೂ ಪ್ಲೀಸ್ಟೋಸೀನ್ ಕಾಲದಲ್ಲೂ ಹೇರಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದವು. ಈ ಗುಂಪಿನ ಬಹುತೇಕ ವಿಧಗಳು ಫಯೋಮಿಯದಂತಹ ಪುರಾತನ ವರ್ಗಗಳ ವಿಕಸನದಿಂದ ಉಗಮಗೊಂಡಿದ್ದಿರಬಹುದೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳ ಕೆಳದವಡೆಗಳು ಉದ್ದ ವಾಗಿದ್ದು, ದೊಡ್ಡ ಮೊರಗುದ್ದಲಿಗಳಾಗಿ (shovels) ಮಾರ್ಪಟ್ಟು ''ಮೊರಗುದ್ದಲಿ ದಂತಿ''ಗಳೆಂಬ (shovel tuskers) ಹೆಸರಿನಿಂದ ಕರೆಯಲ್ಪಟ್ಟವು. ದಂತಗಳು ಸಹಜ ವಾಗಿ ಎರಡು ದವಡೆಗಳಲ್ಲೂ ಬೆಳೆದಿದ್ದು ಇವುಗಳ ದೇಹ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಆನೆಯನ್ನು ಹೋಲುತ್ತಿತ್ತು. ಮಾದರಿ ಸೊಂಡಿಲು ಬಹುಶಃ ಮಯೋಸೀನ್ ಯುಗದಲ್ಲಿ ಗೋಚರಿಸಿದೆ.

ಮತ್ತೊಂದು ಗುಂಪೆಂದು ಹೇಳಲಾದ ''ನೈಜ'' ಮ್ಯಾಸ್ಟೋಡಾನ್‌ಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಆಧುನಿಕ ಆನೆಗಳಂತಿದ್ದವು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಉದ್ದನೆಯ ಕೆಳದವಡೆಗಳಿರಲಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ಪೇಲಿಯೋ ಮ್ಯಾಸ್ಟೋಡಾನ್‌ಗಳ ವಿಕಸನದಿಂದ ಇವು ಉದಯಿಸಿದುವೆಂದು ಭಾವಿಸ ಲಾಗಿದೆ. "ನೈಜ" ಮ್ಯಾಸ್ಟೋಡಾನ್‌ಗಳು ತಮ್ಮ ಇಡೀ ಜೀವಿತ ಕಾಲದಾದ್ಯಂತ ಅಂದರೆ ಕೆಲವೇ ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಅಮೆರಿಕದ ಮ್ಯಾಸ್ಟೋಡಾನ್‌ಗಳು ಗತಿಸುವವರೆಗೂ ಯಾವುದೇ ಬಗೆಯ ಮಾರ್ಪಾಡಿಗೆ ಒಳಗಾಗದೆ ಹಾಗೆಯೇ ಮುಂದುವರೆದಿದ್ದವು.

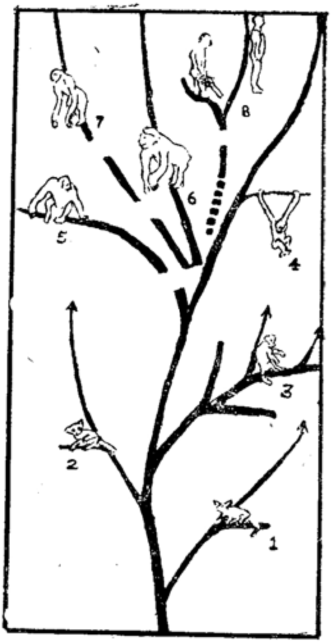
ಖ್ಯಾತ ಬೃಹದ್ಗಜಗಳೂ (mammoths) ಸೇರಿದಂತೆ ನಿಜವಾದ ಆನೆಗಳು ಶುಂಡಾಲಗುಂಪಿನ ಕೊನೆಯ ಸಂತತಿಗಳು. ಇವುಗಳ ಅತ್ಯಂತ ಪುರಾತನ ಪಳೆಯುಳಿಕೆ

ಗಳು ಭಾರತದ ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ಶಿಲೆಗಳಲ್ಲಿ ದೊರೆತಿವೆ. ಇವು ಹತ್ತು ಮಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ಪುರಾತನವೆಂದು ಪ್ರಾಗ್ಜೀವ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಅಭಿಮತ. ನಿಜವಾದ ಆನೆಗಳ ತಳ್ಳೆಬಹು ಎತ್ತರವಾಗಿದ್ದು, ಚಿಕ್ಕದಾದ ದಂತರಹಿತ ಕೆಳದವಡೆ ಮತ್ತು ದವಡೆ ಹಲ್ಲುಗಳು (molars) ರೂಪುಗೊಂಡಿದ್ದವು. ಕ್ಷೀರದಂತಿಯ ದವಡೆ ಹಲ್ಲುಗಳು (mastodon molars) ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಉಭಯಾಗ್ರಗಳ (cusps) ಮಾದರಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ದವಡೆಯಲ್ಲೂ ಹಲವಾರು ಹಲ್ಲುಗಳು ಬೆಳೆದಿದ್ದವು. ಬೃಹದಾಕಾರದ ದವಡೆ ಹಲ್ಲುಗಳು ಸಿಮೆಂಟ್‌ನಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟು ಎನಾಮಲ್ ಮತ್ತು ದಂತದ್ರವ್ಯ (dentine) ಗಳಿಂದಾದ ಫಲಕಗಳಿಂವ ರೂಪುಗೊಂಡಿವೆ (plates). ಅತ್ಯಂತ ಪುರಾತನ ಆನೆಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಯಾವುದೇ ಕಾಲದಲ್ಲೂ ದವಡೆಗಳಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಹಲ್ಲುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಮ್ಯಾಸ್ಟೋಡಾನ್‌ಗಳು ನಿಜವಾದ ಆನೆಗಳ ಪಿತೃವರ್ಗವಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ಇವುಗಳ ಉಗಮ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ. ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಾಚೀನ ವಿಧವಾದ ಸ್ಟೀಗೋಡಾನ್ ಮತ್ತು ಅದರ ಸಂತತಿಗಳು ಎರಡು ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ಕವಲೊಡೆದು ಒಂದು ಆಫ್ರಿಕದ ಆನೆಗೂ ಮತ್ತೊಂದು ಬೃಹದ್ಗಜ ಮತ್ತು ಏಷ್ಯದ ಆನೆಯ ಉಗಮಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದವು. ಬೃಹದ್ಗಜಗಳು ತಂಡ್ರ ಮತ್ತು ಹಿಮಾಚ್ಛಾದಿತ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದು ಯೂರೇಷ್ಯ ಮತ್ತು ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅಲೆದಾಡಿವೆ. ಸೈಬೀರಿಯಾದಲ್ಲಿ ಹಿಮದಿಂದ ಮುಚ್ಚಲ್ಪಟ್ಟ ಆನೆಯ ಮೃತ ದೇಹಗಳು ಕಂಡುಬಂದಿದ್ದು, ಇವುಗಳ ಮೈಯಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದಿದ್ದ ರೋಮಗಳೂ ಕೂಡ ಕೆಡದೆ ಹಾಗೆಯೇ ರಕ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಪ್ರಕೃತದಲ್ಲಿ ಎರಡೇ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಮಾತ್ರ ಆಫ್ರಿಕ ಮತ್ತು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿವೆ. ಆಫ್ರಿಕದ ಪ್ರಭೇದವನ್ನು ಲೋಕ್ಸೋಡಾಂಟ ಎಂದೂ, ಭಾರತದ ಪ್ರಭೇದವನ್ನು ಎಲಿಫಾಸ್ ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಎರಡೂ ಪ್ರಭೇದಗಳು ವಂಶನಷ್ಟಕ್ಕೊಳಗಾಗುವ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚಿ, ಇದನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವ ಸಲುವಾಗಿ ಸರ್ಕಾರವೇ ಈ ಜೀವಿಗಳ ರಕ್ಷಣೆಯ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ವಹಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದು, ಈ ಸಂತತಿ ಮತ್ತೆವೃದ್ಧಿಯಾಗುತ್ತಿರುವುದು ನಿಜಕ್ಕೂ ಹರ್ಷದಾಯಕ ಸಂಗತಿ. ಹಾಲಿ ಜೀವಿಸಿರುವ ಆನೆಗಳ ಅಂಗರಚನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಇಲ್ಲಿ ವಿಚಾರಮಾಡಿಲ್ಲ.

ಮಾಂಸಾಹಾರಿಗಳು : ಈ ಕುಟುಂಬದ ಸುದೀರ್ಘವಾದ ಇತಿಹಾಸ ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗಿದೆ. ಇವೆಲ್ಲಾ ಬಹು ಸೂಕ್ಷ್ಮಮತಿಗಳು. ಎಲ್ಲೆಂದರೆ ಅಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸಬಲ್ಲ ಈ ಜೀವಿಗಳು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪರಿಸರಕ್ಕೂ ಹೊಂದಿಕೊಂಡು ಜೀವಿಸಿದ್ದವು. ನಾಯಿ ಮತ್ತು ಬೆಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳಾದ ಮೊನೆಯುಗುರು, ಹರಿತವಾದ ಕೋರೆಹಲ್ಲುಗಳು, ಮಾಂಸವನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಲು ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ದವಡೆಹಲ್ಲುಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಇವನ್ನು ಮಾಂಸಾಹಾರಿಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಆಧುನಿಕ ವರ್ಗದಲ್ಲಿ ನಾಯಿ, ಬೆಕ್ಕು, ಕರಡಿ, ಕತ್ತೆಕಿರುಬ, ರಕೂನ್ ಮತ್ತು ಕಡಲ ನಾಯಿಗಳು ಮುಖ್ಯವಾದವು. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಇಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದು ಒಂದೇ

ಬುಡಕಟ್ಟಿನಿಂದ ಉದಯಿಸಿವೆ. ಇಯೋಸೀನ್ ಯುಗದಲ್ಲಿ ಮಾಂಸಾಹಾರಿಗಳು ಐದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕುಟುಂಬಗಳಾಗಿ ಕವಲೊಡೆದು ವಿವಿಧ ಸ್ವಭಾವಾದಿಗಳಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡು ಜೀವಿಸಿದ್ದವು. ಆದಿಮವಗಳ ಮಾಂಸಾಹಾರಿಗಳ ಮಿದುಳು ಆಧುನಿಕ ಜೀವಿಗಳಿಗಿಂತ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದ ಕಾರಣ ಇವೆಲ್ಲವೂ ಸೋಂಭೇರಿಗಳಾಗಿದ್ದವು. ಐದು ಕುಟುಂಬಗಳಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಕುಟುಂಬಗಳಂತೂ ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಆಧುನಿಕ ಮಾಂಸಾಹಾರಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳಲು ಅಸಮರ್ಥವಾಗಿದ್ದುವೆಂದು ಇವುಗಳ ದಂತ ರಚನೆಯಿಂದ ದೃಢ ಪಟ್ಟಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಇವನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗಣವಾದ ಕ್ರಿಯೋಡಾಂಟ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿಸ ಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರು ಗುಂಪು ಇಯೋಸೀನ್ ಯುಗದ ಕೊನೆಯ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಕಣ್ಮರೆಯಾಗಿದ್ದು, ಮತ್ತೊಂದು ಕುಟುಂಬ ಆಲಿಗೋಸೀನ್ ಯುಗದವರೆಗೆ ಮುಂದು ವರೆಯಿತು. ಈ ಪೈಕಿ ಒಂದು ಜಾತಿಮಾತ್ರ ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಯುಗದವರೆಗೆ ಭಾರತ ದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿತ್ತು. ಪೇಲಿಯೋಸೀನ್ ಮತ್ತು ಇಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ಐದನೆಯ ಕುಟುಂಬದ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ಮಟ್ಟವನ್ನು ತಲುಪಿ ಪರ್ಯವಸಾನಗೊಂಡವು. ಮಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಬೆಕ್ಕುಗಳು ಕಚ್ಚುವ ಮತ್ತು ಇರಿಯುವ ಜಾತಿಯ ಪ್ರಾಣಿಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ಎರಡು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕುಟುಂಬಗಳಾಗಿ ಕವಲೊಡೆದವು. ಕಚ್ಚುವ ಬೆಕ್ಕುಗಳ ಅವಶೇಷಗಳು ಅಮೆರಿಕದ ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಮತ್ತು ಪ್ಲೀಸ್ಟೋ ಸೀನ್ ಶಿಲಾಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ದೊರೆತಿವೆ. ಪ್ಲೀಸ್ಟೋಸೀನ್ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದ ದಕ್ಷಿಣ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯದ ಫೆಲಿಸ್ ಆಟ್ರಾಕ್ಸ್‌ನ ದೇಹದಗಾತ್ರ ಸಿಂಹದ ಮರಿಯಷ್ಟಿತ್ತು. ಇರಿಯುವ ಬೆಕ್ಕಿನ ಕುಟುಂಬದ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಆಲಿಗೋಸೀನ್‌ನಿಂದ ಪ್ಲೀಸ್ಟೋಸೀನ್ ಕೊನೆಯವರೆಗೂ ಜೀವಿಸಿದ್ದು ಅನಂತರ ಗತಿಸಿವೆ. ಖಡ್ಗದಂತಿ ಹುಲಿಗಳು (sabre toothed tiger) ಇವುಗಳ ಕೊನೆಯ ಸಂತತಿ.

ಮಾನವನ ವಂಶವೃಕ್ಷ :–ವಾನರರು (apes) ಮತ್ತು ಕೋತಿಗಳು ಮಾನವನ ಸಮೀಪ ಬಂಧುಗಳು. ಮಾನವನ ವಂಶವೃಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಟಾರ್ಸಿಯಾಯಿಡ್ಸ್ ಮತ್ತು ಕಾಡುಪಾಪಗಳೂ (lemurs) ಸೇರಿದ್ದು (ಚಿತ್ರ 9), ಈ ಕುಟುಂಬವನ್ನು ಪ್ರಮುಖ ಸಸ್ತನಿಗಣವೆಂದು (primates) ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಬಾಹ್ಯ ತೋರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಡು ಪಾಪಗಳು ಕೋತಿಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ನರಿಗಳನ್ನು ಹೋಲುತ್ತವೆ. ಚತುಷ್ಪಾದಿಗ ಳಾದ ಈ ಜೀವಿಗಳ ಬಾಲ ಪೊದೆಯಂತಿದೆ. ಮಿದುಳು ಚಿಕ್ಕದು. ಮುಸುಡಿ ಉದ್ದವಾಗಿದೆ. ಬೆರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಚೂಪಾದ ಪಂಜಗಳಿಗೆ ಬದಲು ಚಪ್ಪಟೆಯಾದ ಉಗುರುಗಳಿವೆ. ಇವು ಗಳಲ್ಲಿ ಕೋರೆಹಲ್ಲುಗಳು ಚೆನ್ನಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡಿವೆ. ನೇತ್ರಗಳು ತಲೆಯೋಡಿನ ಮುಂಭಾಗದಲ್ಲಿವೆ. ಟಾರ್ಸಿಯಾಯಿಡ್‌ಗಳು ಪೇಲಿಯೋಸೀನ್ ಮತ್ತು ಇಯೋಸೀನ್ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುವಾಗಿ ವಿಸ್ತರಿಸಿದ್ದು, ಇಂದು ಒಂದೇ ಪ್ರಭೇದ ಮಾತ್ರ ಇಂಡೋ ನೇಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದೆ. ಇವು ನಿಶಾಚರ (noctural) ಜೀವಿಗಳು. ಟಾರ್ಸಿಯಾಯಿಡ್‌ಗಳ ಮಿದುಳು ದೊಡ್ಡದು. ಮುಸುಡಿ ಚಿಕ್ಕದು. ಗಮನಾರ್ಹವಿಕಾಸ ಕಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಾಗಿದ್ದು,



1. ಕಾಡುಪಾಪ 2. ಟಾರ್ಸಿಯಲ್
3 ಕೋತಿ 4. ಗಿಬ್ಬನ್
5. ಒರಾಂಗೊಟಾಂಗ್ 6. ಗೊರಿಲ
7. ಚಿಂಪಾಂಸಿ 8. ಮಾನವ
ಚಿತ್ರ 9. ಮಾನವನ ವಂಶವೃಕ್ಷ

ಈ ಕಣ್ಣುಗಳು ತಲೆಯ ಮುಂಭಾಗಕ್ಕೆ ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಂಡು ಪರಸ್ಪರ ಸಮೀಪವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡಿವೆ, ಕಣ್ಣಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಿದುಳಿನ ಭಾಗ ಹೆಚ್ಚು ವಿಸ್ತರಿಸಿ ವಾಸನೆಯ ಭಾಗ ಕಿರಿದಾಯಿತು. ಇವು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನೋಡುವಾಗ ಎರಡು ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನೂ ಬಳಸುತ್ತವೆ. ಆರಂಭದಿಂದಲೂ ಪ್ರಮುಖ ಸಸ್ತನಿಗಳು ಮರದ ಮೇಲೆ ವಾಸಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸಿ ಕೊಂಡವು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ತಮ್ಮ ಎದುರಾಳಿಗಳ ಕಣ್ಣು ತಪ್ಪಿಸಿ ಮರಗಳಲ್ಲಿ ರಕ್ಷಣೆ ಪಡೆಯಲು ಅನುಕೂಲವಾಯಿತು. ಮರದ ಟೊಂಗೆಗಳನ್ನು ಭದ್ರವಾಗಿ ಹಿಡಿದು ಒಂದು ಟೊಂಗೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಟೊಂಗೆಗೆ ಹಾರಬಲ್ಲ ಶಕ್ತಿ ಈ ಜೀವಿಗಳಿಗಿತ್ತು. ಅಳಿಲುಗಳಂತೆ ತಮ್ಮ ಕೈಗಳನ್ನು ಮರದ ರೆಂಬೆಗಳ ಮೇಲೆ ಭದ್ರವಾಗಿ ಊರಿ ಮರದಿಂದ ಮರಕ್ಕೆ ಸುಲಲಿತವಾಗಿ ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಚಲಿಸಬಲ್ಲ ಶಕ್ತಿ ಈ ಜೀವಿಗಳ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಇವು ಮೊದಲು ಮಂಗಗಳಾಗಿ ವಿಕಸನಗೊಂಡು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ಗಿಬನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೋಲುವ ವಾನರರಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡವು. ಇವುಗಳ ಉದ್ದನೆಯ ತೋಳು ಕಾಲುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಬಲಿಷ್ಠವಾದವು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅರಣ್ಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಗ್ಗಿದಾಗ ಸಾಹಸಮಯ ಜೀವಿಗಳೆನಿಸಿದ ವಾನರರು ಭೂ ಜೀವನಕ್ಕೆ ಹಿಂತಿರುಗಿ ನಿಡುದೋಳುಗಳ ಆಶ್ರಯದಿಂದ ನೇರನಿಲುವನ್ನು ತಳೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಹೀಗಾಗಿ ತಮ್ಮ ಎರಡು ಕಾಲುಗಳ ಮೇಲೆ ಎದ್ದು ನಿಲ್ಲುವ ಅರ್ಹತೆಯನ್ನು ಗಳಿಸಿ ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಂಪೆಂದು ಖ್ಯಾತಿಗಳಿಸಿದವು.

ನವಜೀವ ಕಲ್ಪದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ಯೂರೋಪ್ ಮತ್ತು ಅಮೆರಿಕ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳಾದ್ಯಂತ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿದ್ದ ತೇವಾಂಶಭರಿತ ಸೌಮ್ಯ ವಾಯುಗುಣಕ್ಕೆ ಕಾಡುಪಾಪಗಳು ಮತ್ತು ಟಾರ್ಸಿಯಾಯಿಡ್‌ಗಳು ಯುಕ್ತಾಯುಕ್ತವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿದ್ದವು.

ಇವುಗಳ ಅವಶೇಷಗಳು ಈ ಎರಡೂ ಖಂಡಗಳ ಪೇಲಿಯೋಸೀನ್ ಮತ್ತು ಇಯೋಸೀನ್ ಶಿಲಾಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಛಿದ್ರವಾಗಿದ್ದರೂ ಹೇರಳವಾಗಿ ದೊರೆತಿವೆ. ಆದರೆ ಆಲಿಗೋಸೀನ್ ಯುಗದ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡುಗಳು ಬಯಲು ಪ್ರದೇಶಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟು ಪ್ರಮುಖ ಸಸ್ತನಿಗಳು ಭೂಮಧ್ಯ ರೇಖೆಗೆ ಸಮೀಪವಿರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ಹಿಂದಿರುಗಿದವು. ಮಯೋಸೀನ್ ಮತ್ತು ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ವಾಯುಗುಣ ತಂಪಾಗಿಯೂ ಮತ್ತು ಶುಷ್ಕವಾಗಿಯೂ ಮಾರ್ಪಟ್ಟು ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡುಗಳ ವಿಸ್ತರಣೆ ಕ್ರಮೇಣ ವಾಗಿ ಕ್ಷೀಣಿಸಿ ಇಂದಿನ ವಿಸ್ತರಣೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಹಂಚಲ್ಪಟ್ಟವು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಆಫ್ರಿಕ ಮತ್ತು ಯೂರೇಷ್ಯ ಖಂಡಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುತೇಕ ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ಪ್ರಮುಖ ಸಸ್ತನಿಗಳ ವಿಕಾಸ ಸಂಭವಿಸಿತು. ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡದಲ್ಲಿ ಟಾರ್ಸಿಯಾಯಿಡ್‌ಗಳ ವಿಕಸನ ದಿಂದ ಉಗಮಗೊಂಡ ಚಿಕ್ಕಕೋತಿಗಳು ಇಂದಿಗೂ ಜೀವಿಸುತ್ತಿದ್ದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಸ್ವಾವಲಂಬಿಗಳಾಗಿ ವಿಕಾಸಗೊಳ್ಳುತ್ತಿವೆ. ಆಲಿಗೋಸೀನ್ ಮತ್ತು ಮಯೋಸೀನ್ ಪಳೆಯುಳಿಕೆ ದಾಖಲೆ ಬಹುನಿಕೃಷ್ಟವಾಗಿದ್ದು ಪ್ಲಯೋಸೀನ್ ಕಾಲದ ದಾಖಲೆ ಮಾತ್ರ ಕೊಂಚ ಉತ್ತಮವಾಗಿದೆ.

ಮಾನವರಂತಿದ್ದ ವಾನರ ಗುಂಪನ್ನು ನಾಲ್ಕು ಸಜೀವ ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸ ಲಾಗಿದೆ:–ನಿಡುದೋಳಿನ ವಾನರ (Gibbon), ಒರಾಂಗ್-ಔಟನ್ (orang-outan), ಚಿಂಪಾಜಿ ಮತ್ತು ಗೊರಿಲ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ತೋಳುಗಳು ಹಿಂಗಾಲುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಉದ್ದ ವಾಗಿದ್ದು ನಾಲ್ಕು ಕಾಲುಗಳ ಮೇಲೆ ನಡೆಯುವಾಗ ದೇಹದ ನಿಲುವು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ನೇರವಾಗುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ದ್ವಿಪಾದಿ ಭಂಗಿ ಅಷ್ಟೇನೂ ಕಷ್ಟವಾಗಲಾರದು. ಹಾಲಿ ಜೀವಿಸಿರುವ ವಾನರ ಗುಂಪು ಹೆಚ್ಚು ಮಾನವರಂತಿದ್ದರೂ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿಧವೂ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡುಗಳಲ್ಲಿ ಸೋಂಭೇರಿಗಳಂತೆ ಜೀವಿಸಲು ಎಷ್ಟು ಸಾಧ್ಯವೊ ಅಷ್ಟು ವಿಶಿಷ್ಟತೆಯನ್ನು ಗಳಿಸಿದ್ದು, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವೊಂದು ಗುಂಪನ್ನೂ ಮಾನವನ ನೇರ ಸಂತತಿಯೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿಲ್ಲ. ಮಾನವಾಕಾರದ ಎರಡು ಪುರಾತನ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳು ಬರ್ಮಾ ದೇಶದ ಇಯೋಸೀನ್ ಶಿಲಾಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬಂದಿದ್ದು ಇವು ಆ್ಯಂಫಿಪಿ ಥೀಕಸ್‌ಗೆ ಸೇರಿದ್ದೆಂದು ವ್ಯಕ್ತಪಟ್ಟಿದೆ. ಪ್ರೊಪ್ಲಿಯೋಪಿಥೀಕಸ್‌ನ ದವಡೆಮೂಳೆ ಮೊದಲ ಕೋತಿಗಳ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳ ಜೊತೆ ಈಜಿಪ್ಟ್‌ನ ಕೆಳ ಆಲಿಗೋಸೀನ್ ಶಿಲೆಗಳಲ್ಲಿ ದೊರೆತಿವೆ. ಮೂರನೆಯ ಜಾತಿಯಾದ ಡ್ರಯೊಪಿಥೀಕಸ್ ಅನ್ನು ಆಫ್ರಿಕ ಮತ್ತು ಯೂರೋಪ್ ಖಂಡಗಳೆರಡರ ಮಯೊಸೀನ್ ಶಿಲಾಸಮುದಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಅಪರಿಮಿತ ದವಡೆಮೂಳೆಗಳಿಂದ ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ. ದಕ್ಷಿಣ ಆಫ್ರಿಕದ ಪ್ಲಿಸ್ಟೋಸೀನ್ ಗುಹಾ ನಿಕ್ಷೇಪಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖವೂ ಒಳಗೊಂಡಂತೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ರಕ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ತಲೆಬುರುಡೆ ರಚನೆಯೂ ಸೇರಿದಂತೆ ವಾನರ ಗುಂಪಿನ ಪಳೆಯುಳಿಕೆ ಅವಶೇಷಗಳಿವೆ. ಇವು ಆಸ್ಟ್ರಲೋಪಿಥೀಕಸ್ ಎಂಬ ವಾನರ ಜಾತಿಯನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ. ಜಾವಾ ಮತ್ತು ದಕ್ಷಿಣ ಚೀನ ದೇಶದ ಪ್ಲೀಸ್ಟೋಸೀನ್ ಶಿಲಾಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಛಿದ್ರವಾದ ಹಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ಅವಶೇಷ

ಗಳಿದ್ದು ಇವೆಲ್ಲವೂ ಬೃಹದ್ದೇಹಿ ಪ್ರಮುಖ ಸಸ್ತನಿ ಸಂತತಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ದೇಹ ಹಾಲಿ ಜೀವಿಸಿರುವ ಗೊರಿಲಗಳಿಗಿಂತ ಎರಡು ಪಟ್ಟು ದೊಡ್ಡದು. ಪ್ರಮುಖ ಸಸ್ತನಿಗಳ ಕೊನೆಯ ಸಂತತಿಯೇ ಮಾನವನ ಬುಡಕಟ್ಟು. ಮಾನವನಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಭೂದಾಖಲೆ ಪ್ಲೀಸ್ಟೋಸೀನ್ ಕಾಲದಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ.

ಅರಿಕೆ

ಈ ಲೇಖನವನ್ನು ಬರೆಯಲು ನನಗೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹನೀಡಿ, ಹಸ್ತ ಪ್ರತಿಯನ್ನು ಓದಿ ತಿದ್ದುಪಡಿಮಾಡಿ ಸೂಕ್ತಸಲಹೆಗಳನ್ನಿತ್ತ ನನ್ನ ವಿದ್ಯಾಗುರುಗಳಾದ ಪೂಜ್ಯ ಡಾ. ಬಿ.ವಿ.ಜಿ.ಯವರಿಗೆ ನಾನು ಸದಾ ಋಣಿ. ಅಲ್ಲದೆ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಅಂದವಾಗಿ ಬರೆದು ಕೊಟ್ಟ ಮಿತ್ರ ಎಂ. ಸೊಣ್ಣಪ್ಪನವರಿಗೆ ನನ್ನ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು. ಈ ಲೇಖನವನ್ನು ಬರೆಯಲು ಕೆಳಕಂಡ ಹಲವಾರು ಗ್ರಂಥಗಳ ನೆರವನ್ನು ಪಡೆದಿರುವ ಪ್ರಯುಕ್ತ ಗ್ರಂಥ ಕರ್ತರಿಗೂ ಮತ್ತು ಪ್ರಕಾಶಕರಿಗೂ ನಾನು ಉಪಕೃತ.

1. *Basic Concepts of Historical Geology*
—Edgar Winston Spencer
2. *Essentials of Earth History*
—William Lee Stokes
3. *Historical Geology*
—Carl O. Dunbar
4. *Historical Geology*
—R. C. Moore
5. *Outlines of Historical Geology*
—Charles Schuchert and Dunbar
6. *Introduction to Palaeontology*
—A. P. Tyagi and G. Subba Rao
7. *Geology of India and Burma*
—M. S. Krishnan
8. *Geology of India*
—D. N. Wadia
9. *Vertebrate Paleontology*
—Alfred Sherwood Romer

ಜಿ. ಟಿ. ನಾರಾಯಣರಾವ್

ಕಾಲ

ಕಾಲ ಎಂದರೇನು?

ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ನಿಮ್ಮ ಉತ್ತರ ತೀರ ಸರಳ "ಗಡಿಯಾರ ತೋರಿಸುವುದೇ ಕಾಲ."

"ಹಾಗಾದರೆ ಪ್ರಪಂಚದ ಎಲ್ಲ ಗಡಿಯಾರಗಳನ್ನೂ ನಿಲ್ಲಿಸಿಬಿಡೋಣ. ಆಗ ಕಾಲ ಏನಾದೀತು?"

"ಸೂರ್ಯ ಮೂಡುವನಲ್ಲ!"

ನೀವು ತಿಳಿದೋ ತಿಳಿಯದೆಯೋ ಹೇಳಿದ ಈ ಉತ್ತರ ನಿಜವಾದ ಮಾತು. ಸೂರ್ಯನ ಸರಿತವನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಕೆಲಸವನ್ನೇ ಎಲ್ಲ ಗಡಿಯಾರಗಳೂ ಮಾಡುವುದು. ಬೆಳಗಾಯಿತು. ಎಂದರೆ ನೇಸರು ಮೂಡಿತು ಎಂದರ್ಥ. ಮತ್ತೆ ಅದು ಬಾನಿನಲ್ಲಿ ಮೇಲೆ ಮೇಲೆ ಏರಿದಂತೆ ನೀವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ಮೇಲೊಂದ ರಂತೆ ನಿರತರಾಗುವಿರಿ. ಕತ್ತಲೆ ಕವಿಯಿತು ಎಂದರೆ ನೇಸರು ಮುಳುಗಿತು ಎಂದರ್ಥ. ಮುಂಜಾನೆ ಮುಂದುವರಿದು ನಡುಹಗಲಾಗಿ ಸಂಜೆ ಕವಿದು ಇರುಳು ತನ್ನ ಕರಿಮುಸುಕು ಹೊದೆಸಿ ಕರಗಿಹೋಗುವ ತನಕ ಪ್ರತಿ ದಿವಸವೂ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಹಿಂದಿನ ದಿವಸದ ನಕಲು ಎಂದು ನಿಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಾಳೆಯೂ ಇದೇ ಕ್ರಮ ಪುನರಾವರ್ತಿಸುವು ದೆಂದು ನೀವು ಊಹಿಸುವಿರಿ.

ಕಾಲ ಎಂದರೆ ಬದಲಾವಣೆ

ಇಂದು ನಿನ್ನೆಯಂತೆಯೇ ಇದೆ, ನಿಜ. ಆದರೆ ಪೂರ್ತಿ ಹಾಗಿಲ್ಲ. ನಿನ್ನೆ ಈ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಬಿಸಿಲು ಕಾಯುತ್ತಿತ್ತು. ಇಂದು ಮೋಡ ಕವಿದಿದೆ. ನಿನ್ನೆ ಈ ಹೊತ್ತಿಗೆ ನೀವು ಕಛೇರಿಯಲ್ಲಿದ್ದಿರಿ. ಇಂದು ಮನೆಯಲ್ಲಿರುವಿರಿ. ನಿನ್ನೆ ಈ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಇದ್ದ ಎಷ್ಟೋ ಮಂದಿ ಇಂದು ಸತ್ತು ಇಲ್ಲವಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಆಗ ಇರದಿದ್ದ ಎಷ್ಟೋ ಶಿಶುಗಳು ಇಂದು ಹುಟ್ಟಿ ಕಣ್ತೆರೆದಿವೆ. ನಿಮ್ಮ ವಯಸ್ಸಾದರೂ ನಿನ್ನೆಗಿಂತ ಇಂದು ಹೆಚ್ಚು ಆಗಿಲ್ಲವೆ? ಆದ್ದರಿಂದ ಕಾಲ ಎಂದರೆ ಬದಲಾವಣೆ. ಬದಲಾವಣೆ ಇಲ್ಲವಾಗಿದ್ದರೆ ಕಾಲವನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ (ಆದರೆ ಆಗ ಈ ಪ್ರಪಂಚವೇ ಇರುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ, ನಾವು ಯಾರೂ ಹುಟ್ಟುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ).

ಮನುಷ್ಯನ ಆಯುರ್ಮಾನ, ಇಂದ್ರಿಯಗಳ ಇತಿಮಿತಿ, ಅನುಭವದ ಸಾರ ಮುಂತಾದವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮೂರು ಬಗೆಗಳು ಏರ್ಪಡುತ್ತವೆ: ದೀರ್ಘ ಕಾಲ, ಸಾಧಾರಣ ಕಾಲ, ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಾಲ. ಈ ಪೈಕಿ ಸಾಧಾರಣ ಕಾಲ ನಮ್ಮ ಅನುಭವದ ಪರಿಮಿತಿ ಒಳಗಿದೆ. ಗಂಟೆ, ದಿವಸ, ವರ್ಷ ಇವು ಸಾಧಾರಣ ಕಾಲದ ವಿವಿಧ ಘಟಕಗಳು.

ದೀರ್ಘಕಾಲ

ಸಪ್ತರ್ಷಿಮಂಡಲ ಎಂಬ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜವನ್ನು ನೀವು ನೋಡಿ ಗುರುತಿಸಬಲ್ಲಿರಿ. ಆಕಾಶದ ಉತ್ತರಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಮೂಡಿ ಮುಳುಗುವ ಏಳು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸಮೂಹವಿದು. ಉದಯಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಪ್ರಶ್ನಾರ್ಥಕ ಚಿಹ್ನೆಯಂತೆಯೂ ಮಧ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ ಕಿತ್ತೆಸೆದ ರತ್ನಹಾರದಂತೆಯೂ ಅಸ್ತಮಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ನೇಗಿಲಿನಂತೆಯೂ ಇದು ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಗತಯುಗಗಳಲ್ಲಿ ಇದರ ಆಕಾರ ಹೀಗೆಯೇ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿಯೂ ಅಷ್ಟೆ. ಇದರ ಒಂದೊಂದು ಸದಸ್ಯ ನಕ್ಷತ್ರವೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದಿಶೆಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವೇಗಗಳಿಂದ ಧಾವಿಸುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಮಾರ್ಪಾಡು ಗೋಚರಿಸುತ್ತದೆ.

ತಾರೆಗಳ ಬೆಡಗಿನ ನಾಡಿನಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಗಟ್ಟಿ ನೆಲಕ್ಕೆ ಇಳಿಯೋಣ. ಇಲ್ಲಿನ ಪರ್ವತಗಳನ್ನು ನಾವು "ಶಾಶ್ವತ, ಅಚಲ, ಭೂಧರ" ಮುಂತಾದ ವಿಶೇಷಣಗಳಿಂದ ವರ್ಣಿಸುವುದುಂಟು. ಮನುಷ್ಯನ ಅನುಭವದ ಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಮಾತು ನಿಜ. ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿ ಮಾತ್ರ ಹೀಗಿಲ್ಲ. ಹಿಮಾಲಯ, ಆಲ್ಪ್ಸ್‌ನಂಥ ಮಹಾಪರ್ವತಗಳು ಇಂದಿಗೂ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿವೆ. ಬೇರೆ ಎಷ್ಟೋ ಗುಡ್ಡ ಬೆಟ್ಟಗಳು ತೇದು ಕರಗಿಹೋಗುವುದೂ ಉಂಟು. ಸಾಗರಗಳಾದರೂ ಹಾಗೆಯೇ. ಹಳೆಯವು ಕ್ರಮೇಣ ತೆಟ್ಟೆಯಾಗಿ ಬಯಲಾಗುತ್ತವೆ. ಇತ್ತ ಕಮರಿ ಕೊರಕಲುಗಳಲ್ಲಿ ನೀರು ತುಂಬಿ ಭೂಕಂಪನಗಳ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅವು ಮತ್ತಷ್ಟು ಬಾಯಿ ಕಳೆದು ಹೊಸ ಕಡಲುಗಳು ಮೈದಳೆಯುವುವು.

ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಸತತವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಈ ವಿಧವಾದ ಎಲ್ಲ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೂ ಒಟ್ಟಾಗಿ ಭೂವ್ಯಾಪಾರಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಗಾಳಿ, ಮಳೆ, ಭೂಕಂಪನ, ಭೂಮಿಯ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಚಲನೆಗಳು, ಜೀವಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ಎಲ್ಲವೂ ಭೂವ್ಯಾಪಾರಗಳಲ್ಲಿ ಸೇರಿವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚಟುವಟಿಕೆಯೂ ಅದರ ದಿನಚರ್ಯೆಯನ್ನು ಅದಕ್ಕೇ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸುತ್ತದೆ. ಭೂವ್ಯಾಪಾರಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಇಂಥ ನೋಂದಣಿಗಳು ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ, ವಿವಿಧ ಭೂಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ, ಕಡಲಿನ ಆಳಗಳಲ್ಲಿ, ಕಡಿದಾದ ಕೊರಕಲುಗಳ ಸೀಳುನೋಟಗಳಲ್ಲಿ—ನೋಡುವ ಕಣ್ಣಿದ್ದರೆ ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿಯೂ—ವಿಪುಳವಾಗಿ ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಇವನ್ನೆಲ್ಲ ಕೂಲಂಕಷವಾಗಿ ಅಭ್ಯಸಿಸಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಭೂಮಿ ಬೆಳೆದು ಅಭಿವರ್ಧಿಸಿ ಬಂದಿರುವ ಅವಧಿಯನ್ನ ಹಲವಾರು ಸ್ಪಷ್ಟ

ಯುಗಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಿರುವರು. ಇವೆಲ್ಲ ಲಕ್ಷ, ಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳ ಮಾನಕದಲ್ಲಿ ಉಂಟು. ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ನೋಡಿ :

ಭೂಮಿಯ ಪ್ರಾಯ ಸುಮಾರು 500 ಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳು
ಆದಿಜೀವಿಗಳು ಮೈದಳೆದದ್ದು 185 ಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ಪ್ರಾಚೀನದಲ್ಲಿ
ಕೀಟಗಳಿಗೆ 20 ಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳ ಇತಿಹಾಸವಿದೆ
ಹಿಮಾಲಯದ ವಯಸ್ಸು 4 ಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳು
ಮೊದಲ ಮಾನವ ಅವತರಿಸಿದ್ದು 10 ಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ
ನಾಗರಿಕ ಮಾನವನ ಇತಿಹಾಸದ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಕೇವಲ 5,000 ವರ್ಷಗಳು ಮಾತ್ರ

ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಾಲ

ನಮ್ಮ ಅನುಭವದಲ್ಲಿ ಕಾಲದ ಬಲು ಚಿಕ್ಕ ಘಟಕವೆಂದರೆ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡ್. ಆದರೆ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಲು ನಾಜೂಕು ಮತ್ತು ಅತಿ ಸಂಕೀರ್ಣ ವೀಕ್ಷಣೆ ಹಾಗೂ ಅಧ್ಯಯನಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಇದು ಸಾಕಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಘಟಕವೆಂದರೆ ನಿಮಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾದೀತು. ಈ ಸೆಕೆಂಡನ್ನು ಹಲವಾರು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವಿಭಾಗಗಳಾಗಿ ಒಡೆದು ಅವುಗಳಿಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಹೆಸರುಗಳನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ :

1 ಸೆಕೆಂಡ್ = 10,00,000 ಮೈಕ್ರೊಸೆಕೆಂಡುಗಳು
1 ಮೈಕ್ರೊಸೆಕೆಂಡ್ = 1,000 ನ್ಯಾನೊಸೆಕೆಂಡುಗಳು
1 ನ್ಯಾನೊಸೆಕೆಂಡ್ = 1,000 ಪೈಕೊಸೆಕೆಂಡುಗಳು
∴ 1 ಸೆಕೆಂಡ್ = 1,000,000,000,000 (= 100 ಲಕ್ಷ ಲಕ್ಷ ಅಥವಾ 1 ಶಂಖ) ಪೈಕೊಸೆಕೆಂಡುಗಳು

ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ 3,15,56,926 ಸೆಕೆಂಡುಗಳು ಇವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪೈಕೊಸೆಕೆಂಡ್–ಸೆಕೆಂಡ್ ದಾಮಾಶಯು ಸೆಕೆಂಡ್–ವರ್ಷ ದಾಮಾಶಯಕ್ಕಿಂತ 30,000 ಪಾಲಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಚಿಕ್ಕದು; ಇಂಥ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಾಲದ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ಉಪಯೋಗ ಏನೆಂಬುದನ್ನು ಮುಂದಿನ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದೆ.

ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುವ ಬೆಳಕು ಒಂದು ನ್ಯಾನೊಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ 29.98 ಸೆಂಮೀ ದೂರ ಹಾಯ್ದಿರುತ್ತದೆ.

ಪರಮಾಣುಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ವ್ಯವಹರಿಸುವ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಹಲವಾರು ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಣಗಳ ಒಡನಾಡಿ ಆಗಿರಬೇಕಾಗುವುದು. ಆದರೆ ಈ ಕಣಗಳನ್ನು ಆತ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗಿ ಕಾಣಲಾರ, ಅನುಭವಿಸಲೂ ಆರ. ಅವು ಅಷ್ಟು ಕಿರಿಯವು, ಅವುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವ ಅಷ್ಟು ಅಲ್ಪ ಕ್ಷಣಿಕ. ಇಂಥವುಗಳ ಇರವು, ರಚನೆ ಮತ್ತು ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಲು ವಿಜ್ಞಾನಿ ಕೆಲವೊಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತಾನೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಬುದ್ಬುದ ಕೋಷ್ಠ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ವಿಶೇಷ ಸಲಕರಣೆಯೊಂದಿದೆ. ಅದು ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣಗಳ ವಿಹಾರರಂಗ. ಅದರೊಳಗೆ ಪರಮಾಣು ಕಣಗಳು ಎಡ್ಡ ಶಿಡ್ಡ ಅತಿವೇಗದಿಂದ ಅನಂತಾಲ್ಪ ಕಾಲ ಧಾವಿಸಿ ಮಾಯವಾದಾಗ ಅವುಗಳ ಜಾಡುಗಳನ್ನು ಛಾಯಾಚಿತ್ರೀಕರಿಸಲಾಗುವುದು. ಈ ಚಿತ್ರಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ, ನುರಿತ ಪತ್ತೇದಾರಿಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ವಿಜ್ಞಾನಿ ಆ ಕಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮಾಹಿತಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸುವನು. ಬುದ್ಬುದ ಕೋಷ್ಠದ ಒಳಗಿನ ಚಂಡಾಟದ ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಾಗುವುದು ಪೈಕೊ– ಮತ್ತು ನ್ಯಾನೊ—ಸೆಕೆಂಡುಗಳು. ಇಂಥ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಸಫಲವಾದದ್ದರಿಂದಲೇ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುವ ತಂತ್ರ ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಸಿದ್ಧಿಸಿರುವುದಾಗಿದೆ.

ಭೂರಿ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿ ವಿಸ್ತಾರ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಅದರ ಹರಿವನ್ನು ಸಮ ದರದಲ್ಲಿ ಸದಾ ಕಾದಿರಿಸಬೇಕಾದದ್ದು ಇಂದಿನ ಪ್ರಮುಖಾವಶ್ಯಕತೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಹಲವಾರು ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳನ್ನು ಏಕ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಚಾಲೂಗೊಳಿಸಲಾಗುವುದು. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಏಕತಾನದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿರಬೇಕು. ಸರಳವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕದ ಆರ್ಮೇಚರ್‌ಚಕ್ರ ಇನ್ನೊಂದರ ಚಕ್ರದೊಡನೆ ಒಂದೇ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಆವರ್ತಿಸುತ್ತಿರಬೇಕು. ಹೀಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಇವುಗಳ ಬಿಡಿ ಕೊಡುಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಒಗ್ಗೂಡಿಸಿ ಮೊತ್ತವಾಗಿ ಕೈಗಾರಿಕಕೇಂದ್ರಗಳಿಗೆ ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗದು. ವಿವಿಧ ಕಾರ್ಯನಿರತ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳಲ್ಲಿ ಏಕತಾನ ಸಾಧಿಸಲು ಅವುಗಳ ಆವರ್ತನದರಗಳನ್ನು ಮೈಕ್ರೊಸೆಕೆಂಡಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಅಳೆದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಮಾಡುವರು. ಹೀಗೆ ಮಾಡದಿದ್ದರೆ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಹಾನಿ ಉಂಟು ; ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಸರಬರಾಜಿನಲ್ಲಿ ಅಸ್ತವ್ಯಸ್ತತೆ ತಲೆದೋರುವುದು.

ಆಕಾಶಯಾನ ಇಂದು ವಾಸ್ತವ ಘಟನೆ. ಆ ಪ್ರಯಾಣದ ವೇಗ ಎಷ್ಟು ಗೊತ್ತೆ ? ಭೂತಳದಿಂದ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 11.2 ಕಿಮೀಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಅಲ್ಲದ ವೇಗದಲ್ಲಿ ರಾಕೆಟುಗಳು ಜಿಗಿದರೆ ಮಾತ್ರ ಆಕಾಶಯಾನದಲ್ಲಿ ಭಾಗಿಗಳಾಗಬಲ್ಲವು. ವೇಗವೊಂದೇ ಸಾಲದು, ನೆಗೆತದ ದಿಶೆಯೂ ಅಷ್ಟೇ ಮುಖ್ಯ. ಇಲ್ಲವಾದರೆ ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿಗೆ ಹೋಗಬೇಕಾದ ಆಕಾಶನೌಕೆ ದಿಕ್ಕು ತಪ್ಪಿ ಬಟ್ಟೆ ಕಳೆದು ಬಾನಿನ ಮಹಾವಿಸ್ತಾರದಲ್ಲಿ ಹೇಳ ಹೆಸರಿಲ್ಲದೇ ನಾಶವಾಗಿ ಹೋದೀತು. ಕ್ಲುಪ್ತ ಮುಹೂರ್ತದಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಜಿಗಿವೇಗದಿಂದ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟ ದಿಶೆಯೆಡೆಗೆ ರಾಕೆಟಿನ ಉಡಾವಣೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರುವುದು ಪೈಕೊ–, ನ್ಯಾನೊ– ಮತ್ತು ಮೈಕ್ರೊ–ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ನಿಗೂಢ ಲೋಕದೊಳಗಿನ ವ್ಯವಹಾರ ಸಫಲವಾಗಿರುವುದರಿಂದ.

ಘಟನೆಗಳ ಅಂತರವೇ ಕಾಲ

ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ನೀವು ಕಾಲವನ್ನು, ಅಂದರೆ ಕಾಲ ಸಂದು ಹೋದದ್ದನ್ನು, ಹೇಗೆ ತಿಳಿಯುವಿರಿ ? ಅದನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಅನುಸರಿಸುವ ವಿಧಾನವೇನು ?

ನಿರಂತರವಾಗಿ ಒಂದೇ ದರದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಒಂದೇ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವ ಕಾಲಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಗುರುತುಗಳನ್ನು ಮಾಡುವಿರಿ : ನೀವು ಹುಟ್ಟಿದ ಘಟನೆ, ಡಿಗ್ರಿ ಪರೀಕ್ಷೆಯನ್ನು ಪ್ರಥಮಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಉತ್ತೀರ್ಣರಾದ ಸಾಹಸ, ನಿಮ್ಮ ಮದುವೆ ಇಂಥ ಗುರುತುಗಳು. ಒಂದು ಘಟನೆಯಿಂದ ತೊಡಗಿ ಮುಂದಿನ ಘಟನೆ ತನಕ ಇಂತಿಷ್ಟು ದಿವಸಗಳು ಸಂದುಹೋದುವು ಎಂದು ಹೇಳುವಿರಿ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನಮ್ಮ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯೋತ್ಸವವಾಗಿ (ಆಗಸ್ಟ 15) 163 ದಿವಸಗಳು ಉರುಳಿದ ಬಳಿಕ ಗಣರಾಜ್ಯ ದಿವಸ (ಜನವರಿ 26) ಬರುತ್ತದೆ; ನಿಮ್ಮ ಎರಡು ಒತ್ತೊತ್ತಿನ ಹುಟ್ಟುಹಬ್ಬಗಳ ನಡುವೆ ಸಂದಿರುವ ಕಾಲ ಒಂದು ವರ್ಷ. ಆದ್ದರಿಂದ ಘಟನೆಗಳ ಅಂತರವೇ **ಕಾಲ** ಎನ್ನುವೆವು.

ಕಾಲದ ಈ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಮನುಷ್ಯ ಯಾವಾಗ ಗ್ರಹಿಸಿದ ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಪುರಾವೆಗಳಿಲ್ಲ. ಹಗಲು ರಾತ್ರಿಗಳ ನಿರಂತರ ಯಾತ್ರೆ, ಚಂದ್ರನ ವಿಸ್ಮಯಕರ ವರ್ತನೆ, ಋತುಗಳ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಪುನರಾವರ್ತನೆ, ಗ್ರಹಣ ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಆಕಸ್ಮಿಕ ಆಗಮನ ಇವೇ ಮೊದಲಾದವನ್ನು ಬೆರಗುಗಣ್ಣುಗಳಿಂದ ನೋಡುತ್ತಿದ್ದ ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಅದೇ ವೇಳೆ ತನ್ನಲ್ಲಿಯೂ ತನ್ನ ಆಸುಪಾಸಿನಲ್ಲಿಯೂ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಕಂಡುಬಂದುವು : ಶಿಶುಗಳ ಜನನ, ಬೆಳೆವಣಿಗೆ, ವೃದ್ಧಾಪ್ಯ, ಮರಣ; ಬೀಜದಿಂದ ಗಿಡ ಮೊಳೆತು ಮರವಾಗಿ ಕ್ರಮೇಣ ಒಣಗಿ ಸಾಯುವ ನೋಟ; ಬೆಳೆದ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಂದ ಮರಿಗಳು ಹುಟ್ಟಿ ಬೆಳೆದು ದೊಡ್ಡವಾಗಿ ಸಾಯುತ್ತಿದ್ದ ದೃಶ್ಯ. ಇಲ್ಲೆಲ್ಲ ಅವನು ಕಂಡದ್ದು ಒಂದೇ ದಿಶೆಯ ಬದಲಾವಣೆ :

ಬೇಸಗೆ → ಮಳೆ → ಚಳಿ → ವಸಂತ → ಬೇಸಗೆ

ಶಿಶು → ಕುಮಾರ → ತರುಣ → ವಯಸ್ಕ → ಮುದುಕ → ಸಾವು → ಶಿಶು

ಇದರ ವಿಪರ್ಯಯ ಕ್ರಮವನ್ನು ಅವನು ಕಾಣಲಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ

ಸಾವು → ಮುದುಕ → ವಯಸ್ಕ → ತರುಣ → ಕುಮಾರ → ಶಿಶು → ಸಾವು

ಈ ದಿಶೆಯ ಬದಲಾವಣೆ ಎಲ್ಲಿಯೂ ಗೋಚರಿಸಲಿಲ್ಲ. ಸೂರ್ಯಚಂದ್ರ ಗ್ರಹ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಚಲನೆಯಾದರೂ ಒಂದೇ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿತ್ತು. ಬೆಟ್ಟದಿಂದ ಜಗುಳಿದ ನೀರಿನ ಸೆಲೆ ಮುಂದೆ ತೊರೆ ಹೊಳೆ ನದಿಯಾಗಿ ಕಡಲು ಸೇರುತ್ತಿತ್ತೇ ವಿನಾ ಹಿಮ್ಮೊಗವಾಗಿ, ಅಂದರೆ ಕಡಲಿನಿಂದ ಬೆಟ್ಟದೆಡೆಗೆ, ಏರುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ.

ಸಹಜವಾಗಿ ಮನುಷ್ಯ ಇವೆಲ್ಲ ಘಟನೆಗಳಿಗೂ ನಂಟು ಹಾಕಿ ಅವನ್ನು ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಗಂಟಿನಿಂದ ಕಟ್ಟಿದ. ಆಗಲೇ ಅವನ ಕಾಲಪ್ರಜ್ಞೆಯೂ ಮೂಡಿತು ಎನ್ನಬಹುದು. ಆದರೆ ಇದಕ್ಕೊಂದು ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾದ ರೂಪ ನೀಡಿ ಕಾಲಮಾಪನೆಯನ್ನು ಕ್ರಮಬದ್ಧಗೊಳಿಸುವ ವೇಳೆಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಯುಗಗಳೇ ಸಂದುಹೋಗಿದ್ದುವು.

ಗಡಿಯಾರ ಎಂದರೇನು ?

ಘಟನೆಗಳ ಅಂತರವನ್ನು, ಅಂದರೆ ಕಾಲವನ್ನು, ಗುರುತಿಸಲು (ಅಳೆಯಲು) ಇರುವ ಸಾಧನವೇ ಗಡಿಯಾರ.

ಏಕತಾನದಿಂದ ಮಿಡಿಯುತ್ತಿರುವ ಅಥವಾ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವ ಅಥವಾ ಕರಗುತ್ತಿರುವ ಅಥವಾ ನಶಿಸುತ್ತಿರುವ ಯಾವುದೇ ವಸ್ತು ಇಲ್ಲವೇ ಉಪಕರಣ ತಾತ್ತ್ವಿಕವಾಗಿ ಗಡಿಯಾರವೇ.

ಜಲಗಡಿಯಾರ ಮತ್ತು ಮರಳುಗಡಿಯಾರ ಅತಿ ಪ್ರಾಚೀನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಗಡಿಯಾರಗಳು. ಎತ್ತರದಿಂದ ತಗ್ಗಿಗೆ ಹರಿಯುವ ನೀರು ಅಥವಾ ಮರಳು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಲದ ಹರಿವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುವು.

ನೆರಳು ಗಡಿಯಾರ ಸೂರ್ಯನ ಉನ್ನತಿಯನ್ನು ಅಳೆದು ತನ್ಮೂಲಕ ಹಗಲಿನ ವೇಳೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ನೆರವಾಗುವ ಉಪಕರಣ.

ನಿಸರ್ಗ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಗಡಿಯಾರಗಳನ್ನು ತನ್ನಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿಸಿ ಇಟ್ಟುಕೊಂಡಿದೆ. ಯುರೇನಿಯಮ್ ಮತ್ತು ತೋರಿಯಮ್ ಎಂಬ ಧಾತುಗಳ ಹೆಸರನ್ನು ನೀವು ಕೇಳಿರುವಿರಿ : ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಉದ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಇವು ಪ್ರಮುಖ ಘಟಕಗಳು. ಇವನ್ನು ವಿಕಿರಣಪಟು ಧಾತುಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ಗ್ರಾಮ್ ಯುರೇನಿಯಮ್ ತನ್ನಿಂದ ತಾನೇ ಕ್ಷಯಿಸಿ (ಅಂದರೆ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸಿ) ವಾರ್ಷಿಕವಾಗಿ 1/7,600,000,000, ಗ್ರಾಮ್ ಸೀಸವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ತೋರಿಯಮ್ಮಿಗೆ ಇದು 1/28,000,000,000 ಗ್ರಾಮ್. ಆಯಾ ಧಾತುವಿನ ಕ್ಷಯ ದರಗಳು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುವು—ಬಿಸಿಲು, ಮಳೆ, ಹವಾವೈಪರೀತ್ಯಗಳು ಮೊದಲಾದ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಬಲಗಳಿಂದ ಇವು ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಗೊತ್ತಿರುವ ತೂಕದ ಒಂದಿಷ್ಟು ಯುರೇನಿಯಮ್ ಅಥವಾ ತೋರಿಯಮ್ ಕ್ಷಯಿಸಿ ಅದರ ತೂಕದ ಅರ್ಧದಷ್ಟಕ್ಕೆ ಇಳಿಯಲು ಎಷ್ಟು ಕಾಲ ಬೇಕು ಎಂಬುದನ್ನು ಗಣಿಸಬಹುದು. ಯುರೇನಿಯಮ್ಮಿಗೆ ಇದು 4,500,000,000 ವರ್ಷಗಳು, ತೋರಿಯಮ್ಮಿಗೆ 16,500,000,000 ವರ್ಷಗಳು. ಭೂವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪ್ರಾಚೀನ ಶಿಲೆಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿರುವ ವಿಕಿರಣಪಟು ಧಾತುಗಳ ತೂಕವನ್ನೂ ಧಾತು ಕ್ಷಯದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಸಂಚಯನಗೊಂಡಿರುವ ಸೀಸದ ತೂಕವನ್ನೂ ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ ಅಳೆದು ಆ ಶಿಲೆಗಳ ವಯಸ್ಸನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಇಗರ್ಜಿಯಲ್ಲಿ ತೊನೆದಾಡುತ್ತಿದ್ದ ತೂಗುದೀಪದ ಆಂದೋಳನಕ್ಕೂ ತನ್ನ ನಾಡಿ ಮಿಡಿತಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದ ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಗೆಲಿಲೀ (1564–1642) ಮುಂದೆ ಲೋಲಕದ ಸೂತ್ರವನ್ನು ರೂಪಿಸಿದ.

ಹಿರಿದೂರವನ್ನು ನಾವು ಒಮ್ಮೆಗೆ ಅರಿಯಲಾರೆವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಬೆಂಗಳೂರಿನಿಂದ ದೆಹಲಿಯ ದೂರವೆಷ್ಟು ? ಧ್ರುವನಕ್ಷತ್ರದ ದೂರವೆಷ್ಟು ? ಇದಕ್ಕಾಗಿ ದೂರವನ್ನು

ನಮ್ಮ ಅನುಕೂಲತೆಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಹಲವಾರು ಸಮಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಿ ಅವನ್ನು ಎಣಿಸುತ್ತೇವೆ. ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್, ಕಿಲೊಮೀಟರ್, ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷ ಇಂಥ ಸಮಭಾಗ ಗಳ ಹೆಸರುಗಳು.

ದೂರಮಾಪನೆಗೆ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್, ಮೀಟರ್ ಮುಂತಾದವು ಹೇಗೊ ಹಾಗೆ ಕಾಲ ಮಾಪನೆಗೆ ಸೆಕೆಂಡ್, ಮಿನಿಟ್, ದಿವಸ, ವರ್ಷ, ಶತಮಾನ ಮುಂತಾದವು. ಇವುಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಹಗಲು, ರಾತ್ರಿ, ಋತು ಬದಲಾವಣೆ, ಗ್ರಹಣ ಮೊದಲಾದ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಘಟನೆಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಸಮಭಾಗಿಸಿ ಕಾಲವನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತೇವೆ.

ನಿಮ್ಮ ಮನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಗೋಡೆಗಡಿಯಾರದ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕೊಂಚ ಹೊತ್ತು ಗಮನಿಸಿನೋಡಿ. ಅದರ ಲೋಲಕ ಒಂದೇ ಗತಿಯಲ್ಲಿ ಹಂದಾಡುತ್ತ ಕಾಲದ ಹರಿವನ್ನು ಬಿಡಿ ಬಿಡಿಯಾಗಿ ಎಣಿಸುತ್ತದೆ. ಟಿಕ್–ಟಕ್–ಟಿಕ್–ಟಕ್ ಇಷ್ಟು ನಡೆ ಮುಗಿಯು ವಾಗ ಮೂರು ಸೆಕೆಂಡುಗಳು ಸಂದುವು ಎಂದು ನೀವು ತಿಳಿಯುವಿರಿ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನ ಅವಧಿಯೂ, ಅಂದರೆ ಟಿಕ್–ಟಕ್ ಅಂತರವೂ, ಒಂದೇ ಆಗಿರುವಂತೆ ಗಡಿಯಾರದ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಂರಚನೆಯನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿದೆ. ಅರವತ್ತು ಸೆಕೆಂಡುಗಳು ಕಳೆದಾಗ, ಅಂದರೆ ಲೋಲಕ ಅರವತ್ತು ಕಂಪನಗಳನ್ನು ಮುಗಿಸಿದಾಗ, ಒಂದು ಮಿನಿಟ್ ಗತಿಸಿತೆಂದು ನೀವು ಭಾವಿಸುವಿರಿ. ಕ್ರಮೇಣ ಜಾರುವ ದೊಡ್ಡಮುಳ್ಳು ನಿಮಗೆ ಮಿನಿಟಿನ ಸರಿತವನ್ನು ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಸಾಗಿ ಅರವತ್ತು ಮಿನಿಟು ಗಳು ಗತಿಸಿದಾಗ ಚಿಕ್ಕಮುಳ್ಳು ಮೊದಲಿದ್ದ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಒಂದು ಅಂಕೆ ಮುಂದೆ ಹೋಗುವುದು. ಒಂದು ಗಂಟೆ ಮುಗಿದು ಹೋಯಿತೆಂದು ಇದರ ಅರ್ಥ.

ಚಿಕ್ಕಮುಳ್ಳು ಎರಡು ಪೂರ್ತಿ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಗಳನ್ನು ಮುಗಿಸಿದಾಗ ಇಪ್ಪತ್ತನಾಲ್ಕು ಗಂಟೆಗಳು ಗತಿಸಿದುವೆಂದೂ ಅಲ್ಲಿಗೆ ಒಂದು ದಿವಸ ಸಂದಿತೆಂದೂ ನೀವು ತಿಳಿಯುವಿರಿ. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಈ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹಗಲು ರಾತ್ರಿಗಳ ಒಂದು ಆವರ್ತನೆ ಮುಗಿದಿರುವುದೂ ನಿಮ್ಮ ಲಕ್ಷ್ಯಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ.

ತಾರೀಕುಪಟ್ಟಿ

ದಿವಸದ ಘಟಕಗಳನ್ನು, ಅಂದರೆ ಗಂಟೆ ಮಿನಿಟು ಸೆಕೆಂಡುಗಳನ್ನು, ಗಡಿಯಾರ ಚೆನ್ನಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸಿ ಅರುಹಬಲ್ಲದು. ಆದರೆ ದಿವಸದ ಗುಣಿತಗಳನ್ನು, ಅಂದರೆ ಹಲ ದಿವಸಗಳ ಗುಂಪನ್ನು, ಪರಿಶೀಲಿಸಬೇಕಾದಾಗ ಗಡಿಯಾರ ಸೋಲುತ್ತದೆ. ಆಗ ನಾವು ಬೇರೆ ತೆರನಾದ ಏರ್ಪಾಡಿಗೆ ಶರಣು ಹೋಗಬೇಕು. ತಾರೀಕುಪಟ್ಟಿ ಇಂಥ ಒಂದು ಏರ್ಪಾಡು.

ನಿಮ್ಮ ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಗೋಡೆಗೆ ತಗಲಿಹಾಕಿರುವ ತಾರೀಕುಪಟ್ಟಿ ಇದೆಯಷ್ಟೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಏನೆಲ್ಲ ವಿವರಗಳಿವೆ? ಇಸವಿ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ತಿಂಗಳ ಹೆಸರು ಮೇಲುಗಡೆ ಸಾಲಾಗಿ ಮುದ್ರಿತವಾಗಿವೆ. ಈ ಸಾಲಿನ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕ್ರಮಾನುಸಾರ

ಹೊಂದಿಸಿರುವ ದಿವಸ–ತಾರೀಕು ಕೋಷ್ಟಕ ಉಂಟು. ಒಂದೊಂದು ತಿಂಗಳಿಗೆ ಒಂದೊಂದು ಹಾಳೆ. ಹನ್ನೆರಡು ಹಾಳೆಗಳನ್ನು ತಿರುವಿ ಹಾಕಿದಾಗ, ಒಂದು ವರ್ಷ ಮುಗಿಯುವುದು. ಮತ್ತೆ ಹೊಸ ತಾರೀಕುಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು.

ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿರುವ ದಿವಸಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಎಣಿಸಿ ನೋಡಿ. ಪ್ರತಿ ನಾಲ್ಕನೆಯ ವರ್ಷದಲ್ಲಿ 366 ದಿವಸಗಳೂ ಉಳಿದ ಮೂರು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ತಲಾ 365 ದಿವಸಗಳೂ ಇವೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ 1976ನೆಯ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ದಿವಸಗಳಿದ್ದವು? 366 ಅಲ್ಲವೆ? 1977, 1978, 1979 ರಲ್ಲಿ ತಲಾ 365 ದಿವಸಗಳಿವೆ. 1980ರಲ್ಲಿ 366 ದಿವಸಗಳಿರುವುವು.

ದಿವಸದ ಸರಿತವನ್ನು ನೀವು ಹಗಲು ರಾತ್ರಿಗಳ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಉರುಳಾಟದೊಂದಿಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಹೊಂದಿಸಬಲ್ಲಿರಿ. ಹಾಗಾದರೆ ವರ್ಷದ ಹರಿವನ್ನು ಇಂಥ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿದ್ಯಮಾನದೊಡನೆ ಲಗತ್ತಿಸಬಹುದೆ? ಹೌದು. ಋತುಗಳ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಪುನರಾವರ್ತನೆ ಹಳೆ ವರ್ಷ ಮುಗಿದು ಹೊಸ ವರ್ಷ ಬಂದದ್ದನ್ನು ತಿಳಿಯಪಡಿಸುವುದು. ಆದರೆ ಇದನ್ನು ಕ್ರಮೇಣ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅನುಭವದಿಂದ ಮಾತ್ರ ಅರಿಯಬಲ್ಲರಿ ಅಷ್ಟೆ.

ದಿವಸ, ವರ್ಷ

ಭೂಮಿಗೆ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ದ್ವಿಚಲನೆಗಳಿವೆ ಎಂದು ನಿಮಗೆ ಗೊತ್ತಿದೆ. ಬುಗುರಿಯಂತೆ ತನ್ನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವುದು ಒಂದು ಚಲನೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಆವರ್ತನೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ದೇವಾಲಯದ ಸುತ್ತ ಭಕ್ತಿ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುವಂತೆ ಸೂರ್ಯನಸುತ್ತ ಸಂಚರಿಸುವುದು ಇನ್ನೊಂದು ಚಲನೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಪರಿಭ್ರಮಣೆ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಆವರ್ತನೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ದಿವಸವೂ (ಹಗಲು ರಾತ್ರಿಗಳ ಒಟ್ಟು ಅವಧಿ) ಪರಿಭ್ರಮಣೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ವರ್ಷವೂ (ಋತುಗಳ ಒಟ್ಟು ಅವಧಿ) ತಲೆದೋರುತ್ತವೆ.

ಹೀಗೆ ದಿವಸ ಮತ್ತು ವರ್ಷ ಎಂಬ ಕಾಲಸೂಚಿಗಳು ನಮಗೆ ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ಲಭಿಸಿವೆ. ಇವನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ಗಡಿಯಾರ ಸಾಕ್ಷಾತ್ ಭೂಮಿಯೇ.

ಭೂಮಿ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಒಂದು ಪರಿಭ್ರಮಣೆಯನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಮುನ್ನೂರ ಅರವತ್ತೈದಕ್ಕಿಂತ ಕೊಂಚ ಹೆಚ್ಚು ಆವರ್ತನೆಗಳನ್ನು ತನ್ನ ಸುತ್ತ ಕೂಡ ಮುಗಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಎಂದೇ ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಮುನ್ನೂರ ಅರವತ್ತೈದು ಪೂರ್ಣ ದಿವಸಗಳಿವೆ ಎಂದು ಹೇಳುವುದು.

ಕರಾರುವಕ್ಕಾಗಿ 1 ವರ್ಷ = 365·2422 ದಿವಸಗಳು

ದಿವಸ–ವರ್ಷ ಸಂಬಂಧ ಬಲುಮಟ್ಟಿಗೆ ಬದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ದಿವಸದ ಉದ್ದ ಸರಿಸುಮಾರು ಮೂವತ್ತು ಸೆಕೆಂಡುಗಳಷ್ಟು ಏರುವುದನ್ನು ಗುರುತಿಸ

ಲಾಗಿದೆ. ಇದು ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮ ಮೊತ್ತ ನಿಜ. ಆದರೂ ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಭೂಮಿಗೆ ಆದರ್ಶ ಗಡಿಯಾರ ಎಂಬ ಗೌರವ ಮಾತ್ರ ತಪ್ಪಿಹೋಗಿದೆ.

ಆಕಾಶಗಡಿಯಾರ–ಚಂದ್ರ

ನಮಗೆ ತೀರ ಸುಲಭವಾಗಿ ಕಾಣುವ ಆಕಾಶಗಡಿಯಾರವೆಂದರೆ ಚಂದ್ರ. ಹುಣ್ಣಿಮೆಯಿಂದ ಹುಣ್ಣಿಮೆ ಅಥವಾ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಯಿಂದ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆ ವರೆಗಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಚಂದ್ರನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಸುಮಾರು ಮೂವತ್ತು ದಿವಸಗಳ ಈ ಅವಧಿಗೆ ತಿಂಗಳು (ಚಂದ್ರ) ಎಂದೇ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ. ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಯಿಂದ ಮುಂದಿನ ಹುಣ್ಣಿಮೆ ವರೆಗಿನ ಸುಮಾರು ಹದಿನೈದು ದಿವಸಗಳ ಅವಧಿಯನ್ನು ಶುಕ್ಲಪಕ್ಷವೆಂದೂ ಮುಂದಿನ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆ ವರೆಗಿನ ಅಷ್ಟೇ ಅವಧಿಯನ್ನು ಕೃಷ್ಣಪಕ್ಷವೆಂದೂ ಹೇಳುವೆವು. ಹೀಗೆ ಒಂದು ತಿಂಗಳಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪಕ್ಷಗಳುಂಟು. ಒಂದು ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಸರಿಸುಮಾರಾಗಿ ಎರಡು ವಾರಗಳೂ ಒಂದು ವಾರದಲ್ಲಿ ಏಳು ದಿವಸಗಳೂ ಇವೆ.

ದಿವಸ–ವಾರ–ಪಕ್ಷ–ತಿಂಗಳು ಎಂಬ ಈ ಸುಲಭ ಸಂಬಂಧವೇ ಮನುಷ್ಯನ ತಿಳಿವಳಿಕೆಗೆ ಮೊದಲು ಬಂದದ್ದು. ಹನ್ನೆರಡು ತಿಂಗಳುಗಳು ಉರುಳಿದಾಗ ವರ್ಷ ಮುಗಿಯುತ್ತಿತ್ತು. ಅಂದರೆ ಋತುಗಳು ಮತ್ತೆ ಹಿಂದಿನಂತೆ ಮರುಕೊಳಿಸುತ್ತಿದ್ದುವು. ಎಂದೇ ಒಂದು ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಹನ್ನೆರಡು ತಿಂಗಳುಗಳು ಎಂಬ ಕಲ್ಪನೆ ಮೂಡಿತು.

ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ತಿಂಗಳಿನ ಅವಧಿ 29.5 ದಿವಸಗಳು. ಇದಕ್ಕೆ ಚಾಂದ್ರಮಾಸವೆಂದು ಹೆಸರು. ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ವೀಕ್ಷಣೆಯಿಂದ ಇದನ್ನು ಅರಿಯಬಹುದು. ಇಂದು ರಾತ್ರಿ ಹುಣ್ಣಿಮೆ ಆಗಿರಲಿ. ಮುಂದಿನ ಆರು ಹುಣ್ಣಿಮೆಗಳು ಮುಗಿಯುವಾಗ ಎಷ್ಟು ದಿವಸಗಳು ಸಂದಿರುವುವು ಎಂಬುದನ್ನು ಎಣಿಸಿ ನೋಡಿ. 177 ದಿವಸಗಳೆಂದು ತಿಳಿಯುವುದು. ಹೀಗಾಗಿ ಹನ್ನೆರಡು ಚಾಂದ್ರಮಾಸಗಳು ಉರುಳುವಾಗ 354 ದಿವಸಗಳು ಮಾತ್ರ ಗತಿಸಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಒಂದು ವರ್ಷ (365·2422) ಪೂರ್ಣವಾಗಲು ಭೂಮಿ ಇನ್ನೂ ಒಂದಿಷ್ಟು ದೂರ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಗಮಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಕೇವಲ ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಹನ್ನೊಂದು ದಿವಸಗಳಷ್ಟು ಕೊರತೆ ಸಂಭವಿಸಿದರೆ ಐದಾರು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ಎಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಮೊತ್ತವಾದೀತು, ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ.

ಚಂದ್ರನ ಪ್ರಕಾರ ವರ್ಷವನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತ ಹೋದರೆ–ಇದು ಚಾಂದ್ರವರ್ಷ–ಋತುಗಳು ಹಿಂದೆ ಜಾರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಈ ಚಾಂದ್ರವರ್ಷಾರಂಭ ವಸಂತ ಋತುವಿನಿಂದ ಆಯಿತೆಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ಮುಂದಿನ ಚಾಂದ್ರವರ್ಷಾರಂಭ 354 ದಿವಸಗಳ ಅನಂತರ ಆಗುವುದರಿಂದ ಆಗ ಇನ್ನೂ ಚಳಿಗಾಲ ಮುಗಿದಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದೇ ಧಾಟಿಯಲ್ಲಿ ಐದಾರು ವರ್ಷ ಸಾಗುವಾಗ ಆ ಚಾಂದ್ರವರ್ಷ ಚಳಿಗಾಲದಿಂದ ತೊಡಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಋತು–ವರ್ಷ ಸಂಬಂಧ ತಾಳ ತಪ್ಪುವುದರಿಂದ ಮನುಷ್ಯಜೀವನ ತುಂಬ ತೊಡಕಿನಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿಕೊಳ್ಳುವುದು.

ಇಂಥ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಮನುಷ್ಯ ಈಗ್ಗೆ ಸುಮಾರು ನಾಲ್ಕು ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಎದುರಿಸಿದ್ದ. ಸಾವಿರಾರು ವರ್ಷ ಪರ್ಯಂತ ಚಾಂದ್ರವರ್ಷದ ತೊಂದರೆಗಳಿಂದ ಬವಣೆಪಟ್ಟ ಅವನು 'ಕಾಲ ಕೂಡಿ ಬಂದಾಗ' ತೀರ ಸಹಜವಾಗಿ ಅದನ್ನು ಕಳಚಿಹಾಕಿ ಸೌರವರ್ಷವನ್ನು ಅಂಗೀಕರಿಸಿದ.

ಆಕಾಶಗಡಿಯಾರ–ಸೂರ್ಯ

ಚಂದ್ರನಷ್ಟು ಸುಲಭವಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಎಷ್ಟೋ ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಮತ್ತು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿ ಗೋಚರಿಸುವ ಆಕಾಶಕಾಯ ಸೂರ್ಯ. ಸೂರ್ಯೋದಯದಿಂದ ಅಸ್ತಮಾನದ ವರೆಗೆ ದಿನ (ಹಗಲು) ಮತ್ತೆ ಮುಂದಿನ ಸೂರ್ಯೋದಯದ ತನಕ ರಾತ್ರಿ (ಇರುಳು). ದಿವಸದ ಈ ಎರಡು ವಿಭಾಗಗಳು ನಿಮಗೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ತಿಳಿದಿವೆ. ಸೂರ್ಯ ವರ್ತುಲೀಯವಾಗಿ ಆಂದೋಳಿಸುತ್ತಿರುವ ಲೋಲಕವೆಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ಆಗ ಅದರ ಒಂದು ಕಂಪನದ ವೇಳೆ ಹಗಲೂ (ಸೂರ್ಯ ದಿಗಂತದಿಂದ ಮೇಲೆ ಇರುವ ಅವಧಿ) ಇನ್ನೊಂದು ಕಂಪನದ ವೇಳೆ ಇರುಳೂ (ಸೂರ್ಯ ದಿಗಂತದಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಇರುವ ಅವಧಿ) ಸಂಭವಿಸುವುವು. ಗಡಿಯಾರದ ಲೋಲಕ ಏಕತಾನದಿಂದ ಆಂದೋಳಿಸುವುದೆಂದು—ಅಂದರೆ ಯಾವುದೇ ಅನುಕ್ರಮ ಟಿಕ್–ಟಕ್ ನಾದಗಳ ನಡುವಿನ ಅವಧಿ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದೆಂದು—ಅರಿತಿರುವ ನೀವು ಸೂರ್ಯಲೋಲಕದಲ್ಲಿಯೂ ಇದೇ ಗುಣವನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸುವುದು ಸಹಜ. ಅಲ್ಲಿಗೆ ವರ್ಷವಿಡೀ ಹಗಲು ರಾತ್ರಿ ಒಂದೇ ಉದ್ದದವಾಗಿರಬೇಕು ಎಂದಾಯಿತು. ಇದು ನಿಜವೇ ?

ಕರ್ನಾಟಕ ನಿವಾಸಿಯಾದ ನಿಮಗೆ ಫಕ್ಕನೆ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ಹೇಳುವುದು ಕಷ್ಟವಾದೀತು. ಜೂನ್ ತಿಂಗಳಿನಲ್ಲಿ ಹಗಲಿನ ಉದ್ದ ಮತ್ತು ಹೊಡೆತ ರಾತ್ರಿಯವುಗಳದ್ದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಎಂದೂ ಡಿಸೆಂಬರ್ ತಿಂಗಳಿನಲ್ಲಿ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ತಿರುಗುಮುರುಗು ಎಂದೂ ಅನುಭವದಿಂದ ನೀವು ಅರಿತಿರುವಿರಿ. ಭಾರತದ ರಾಜಧಾನಿಯಾದ ನವದೆಹಲಿ ಮತ್ತು ದಕ್ಷಿಣ ಭಾರತದ ಹಿರಿನಗರವಾದ ಮದ್ರಾಸು ಈ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯೋದಯಾಸ್ತಮಾನಗಳ ಕೆಲವು ವಿವರಗಳನ್ನು ಮುಂದಿನ ಪುಟದಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಉತ್ತರ ಅಕ್ಷಾಂಶಗಳಿಗೆ ಹೋದಂತೆ ಹಗಲು ರಾತ್ರಿಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ತೀವ್ರವಾಗುತ್ತದೆ. ಉತ್ತರ ಅಕ್ಷಾಂಶ $66°$ ಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಇರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ತರಾಯನದ ಕೆಲವು ದಿವಸಗಳಂದು ಸೂರ್ಯ ಮುಳುಗುವುದೇ ಇಲ್ಲ—ಆಗ ಅವರಿಗೆ ಕೊನೆ ಇರದ ಹಗಲು; ದಕ್ಷಿಣಾಯನದ ಕೆಲವು ದಿವಸಗಳಂದು ಸೂರ್ಯ ಮೂಡುವುದೇ ಇಲ್ಲ—ಆಗ ಅವರಿಗೆ ಕೊನೆ ಇರದ ಇರುಳು.

ಭೂಮಿಯ ದಕ್ಷಿಣ ಅಕ್ಷಾಂಶಗಳಿಗೆ ಹೋದರೆ ಅಲ್ಲಿಯೂ ಇದೇ ತೆರನಾದ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು.

ಹೀಗೆ ಯಾವುದೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ವರ್ಷವಿಡೀ ಅಥವಾ ಯಾವುದೇ ದಿವಸದಲ್ಲಿ

ತಾರೀಕು	ನವದೆಹಲಿ				ಮದ್ರಾಸು			
	ಉದಯ		ಅಸ್ತಮಾನ		ಉದಯ		ಅಸ್ತಮಾನ	
	ಗಂ	ಮಿ	ಗಂ	ಮಿ	ಗಂ	ಮಿ	ಗಂ	ಮಿ
ಜನವರಿ 1	7	14	17	35	6	31	17	53
ಏಪ್ರಿಲ್ 1	6	12	18	39	6	06	18	21
ಜುಲೈ 1	5	27	19	23	5	46	18	39
ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1	6	14	18	07	5	59	17	59

ಪ್ರಪಂಚವಿಡೀ ಒಂದೇ ರೀತಿ ಆಂದೋಳಿಸದ ಸೂರ್ಯ ಖಂಡಿತ ನಮ್ಮ ಆದರ್ಶ ಗಡಿಯಾರವಾಗಲು ಅರ್ಹತೆ ಪಡೆದಿಲ್ಲ. ಆಕಾಶದ ಈ ಲೋಲಕವನ್ನು ಕಾಲಮಾಪನೆಗಾಗಿ ನಂಬಿದ್ದಾದರೆ ಜನರ ದೈನಂದಿನ ವ್ಯವಹಾರಗಳು ಕಂಪಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದ ಕೋಣದಂತಾದಾವು. ಅಂದಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ತಿರಸ್ಕರಿಸಿ ಕಾಲಮಾಪನೆ ಮಾಡುವುದು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗದು. ನಮ್ಮ ಬದುಕು, ಪ್ರಪಂಚದ ನಡವಳಿಕೆಗಳು ಎಲ್ಲವೂ ಸೂರ್ಯನನ್ನೇ ಆಧರಿಸಿ ಸಾಗುತ್ತಿವೆ. ಹಗಲು ರಾತ್ರಿಗಳ ಲಯಶುದ್ಧ ನರ್ತನ ಮತ್ತು ಋತುಗಳ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಪುನರಾವರ್ತನ ಇವುಗಳಿಗೆ ಕಾರಣ ಸೂರ್ಯ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಗೊಂದಲದಿಂದ ಪಾರಾಗಲು ಜನರಿಗೆ ಇರುವ ಹಾದಿ ಒಂದೇ: ನೈಸರ್ಗಿಕ ಗಡಿಯಾರವಾದ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಆಧರಿಸಿದ, ಆದರೆ ಸೂರ್ಯನ ವಕ್ರವರ್ತನೆಗಳಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗದ, ಕೃತಕ ಗಡಿಯಾರವನ್ನು ಬಳಕೆಗೆ ತರುವುದು.

ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಪೋಣಿಸಿದ ಕಾಲಮಾಪಕ

ಸೂರ್ಯ ನಮ್ಮ ಇಚ್ಛೆಯ ಅಥವಾ ಆಜ್ಞೆಯ ಅನುಸಾರ ವರ್ತಿಸುವುದಿಲ್ಲ! ಆದ್ದರಿಂದ ನಮಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವ ಸುಲಭಮಾನಕವೊಂದನ್ನು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಪೋಣಿಸಿ ಅದರ ನೆರವಿನಿಂದ ಕಾಲಮಾಪನೆ ಮಾಡಲು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕೆಲವು ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ವಿಧಿಸಿರುವರು. ಅವೇನೆಂದು ಈಗ ನೋಡೋಣ.

* ಮಧ್ಯರಾತ್ರಿಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ದಿವಸ ಆರಂಭವಾಗಿ ಮುಂದಿನ ಮಧ್ಯರಾತ್ರಿಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಕೊನೆಗೊಳ್ಳಬೇಕು. ಈ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಭೂಮಿ ತನ್ನ ಸುತ್ತ ಒಂದು ಆವರ್ತನೆಯನ್ನು ಮುಗಿಸಿರುವುದು.
* ದಿವಸವನ್ನು 24 ಸಮಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಬೇಕು. ಈ ಒಂದೊಂದು ವಿಭಾಗಕ್ಕೂ ಗಂಟೆ ಎಂದು ಹೆಸರು.

* ಗಂಟೆಯನ್ನು 60 ಸಮಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಬೇಕು. ಈ ಒಂದೊಂದು ವಿಭಾಗಕ್ಕೂ ಮಿನಿಟ್ ಎಂದು ಹೆಸರು.
* ಮಿನಿಟನ್ನು 60 ಸಮಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಬೇಕು. ಈ ಒಂದೊಂದು ವಿಭಾಗಕ್ಕೂ ಸೆಕೆಂಡ್ ಎಂದು ಹೆಸರು.
* ಋತುಗಳ ಆವರ್ತನೆ ಒಮ್ಮೆ ಮುಗಿಯುವ ಅವಧಿಗೆ ವರ್ಷವೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಭೂಮಿ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಒಮ್ಮೆ ಪರಿಭ್ರಮಿಸಿರುವುದು. ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ 365 ದಿವಸಗಳಿರುವುವು.
* ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ 365. 2422 ದಿವಸಗಳಿರುವುದರಿಂದ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಅಂಶವಾದ 0.2422 ದಿವಸವನ್ನು ಹೊಂದಿಸಲು ಪ್ರತಿ ನಾಲ್ಕನೆಯ ವರ್ಷ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ 366 ದಿವಸಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಅಧಿಕ ವರ್ಷವೆಂದು ಹೆಸರು.
* ಸಂಖ್ಯೆ 4 ರಿಂದ ಭಾಗವಾಗುವ ಇಸವಿಗಳು, ಶತಮಾನವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಇಸವಿಗಳ ವಿನಾ, ಎಲ್ಲವೂ ಅಧಿಕ ವರ್ಷಗಳು. ಸಂಖ್ಯೆ 400 ರಿಂದ ಭಾಗವಾಗುವ ಶತಮಾನಸೂಚಕ ಇಸವಿಗಳು ಮಾತ್ರ ಅಧಿಕ ವರ್ಷಗಳು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ 1976, 1980, 1984, 1988 ಮುಂತಾದವು ಅಧಿಕ ವರ್ಷಗಳು; ಅಂತೆಯೇ 1200, 1600, 2000, 2400 ಮುಂತಾದವು ಕೂಡ ಅಧಿಕ ವರ್ಷಗಳು; 1800, 2100, 2200 ಮುಂತಾದವು ಅಧಿಕ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲ.

ಎಲ್ಲ ಗಡಿಯಾರಗಳೂ ಸೂಚಿಸುವುದು ಅಥವಾ ಅಳತೆಮಾಡುವುದು ಸೆಕೆಂಡ್ ಮಿನಿಟ್ ಮತ್ತು ಗಂಟೆಗಳನ್ನು ; ಎಲ್ಲ ತಾರೀಕುಪಟ್ಟಿಗಳೂ ತೋರಿಸುವುದು ದಿವಸ ವಾರ, ತಿಂಗಳು, ವರ್ಷಗಳನ್ನು. ಪೂರ್ಣಾಂಕ ದಿವಸಗಳನ್ನು ಅಂದರೆ (365 ಅಥವಾ 366) ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ಈ ಮಾನಕವನ್ನು—ಅಂದರೆ ತಾರೀಕುಪಟ್ಟಿಯನ್ನು—ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಪೋಣಿಸಿದ್ದರಿಂದ ನಾಗರಿಕ ಜೀವನ ಪ್ರಪಂಚಾದ್ಯಂತ ಸುವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿದೆ.

ಈಗ ನೀವೇ ಒಂದು ಗಣನೆ ಮಾಡಿನೋಡಿ. ತಾರೀಕುಪಟ್ಟಿಯ ಅನುಸಾರ 1900 ಜನವರಿ 1ರಿಂದ 1999 ಡಿಸೆಂಬರ್ 31ರ ವರೆಗೆ, ಅಂದರೆ ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಇರುವ ದಿವಸಗಳನ್ನು ಕೂಡಿಸಿ. ಈ ಮೊತ್ತ 36,524 ಆಗುವುದಲ್ಲವೇ? ಇದೇ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ (100 ವರ್ಷಗಳು) ಸಲ್ಲುವ ನಿಜ ದಿವಸಗಳು $365.2422 \times 100 = 36524.22$. ಆದ್ದರಿಂದ ತಾರೀಕುಪಟ್ಟಿಯ ಅನುಸಾರ ಒಂದು ಶತಮಾನದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ನಾವು 0.22 ದಿವಸವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವೆವು. ಗಣನೆಯನ್ನು ನಾಲ್ಕು ಶತಮಾನಗಳ ತನಕ ಮುಂದುವರಿಸಿ ನೋಡಿ: 1–1–1900 ರಿಂದ 31–12–2299ರ ವರೆಗಿನ 400 ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ತಾರೀಕುಪಟ್ಟಿಯ ಅನುಸಾರ ಆಗುವ ದಿವಸಗಳು

1,46,097. ಅದೇ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಭೂಪ್ರ್ಯಾವರ್ತನೆಯ ಅನುಸಾರ ಸಲ್ಲುವ ದಿವಸಗಳು 146096.88. ಆದ್ದರಿಂದ ತಾರೀಕುಪಟ್ಟಿಯ ಪ್ರಕಾರ ನಾನೂರು ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಲಾಭವಾಗುವ ದಿವಸದ ಅಂಶ ಕೇವಲ 0.12. ಇದನ್ನು ಅಲಕ್ಷಿಸುವುದರಿಂದ ನಿತ್ಯಜೀವನಕ್ಕೆ ಏನೂ ಬಾಧಕವಾಗದು.

ಕಾಲ ಮತ್ತು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್

ದೂರ, ಚಲನೆ, ಕಾಲ ಎಂಬ ಪದಗಳನ್ನು ನೀವೂ ನಿತ್ಯವು ಬಳಸುವಿರಿ, ಅಲ್ಲವೆ? ನಿಮ್ಮ ಮನೆಯಿಂದ ಕಛೇರಿಗೆ ದೂರ 10 ಕಿಮೀ ಎಂದೂ ಈ ದೂರವನ್ನು ಗಮಿಸಲು ನಿಮಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲ 1 ಗಂಟೆ 15 ಮಿ. ಎಂದೂ ಭಾವಿಸೋಣ. ಆಗ ನಿಮ್ಮ ನಡಿಗೆಯ, ಅಂದರೆ ಚಲನೆಯ, ಸರಾಸರಿ ವೇಗ ಗಂಟೆಗೆ 8 ಕಿಮೀ ಆಗುವುದೆಂದು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹೇಳುವಿರಿ. ಇಂಥ ಎಲ್ಲ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನೂ ನೀವು ಮಾನಸಿಕವಾಗಿ ಬಿಡಿಸಿ ಉತ್ತರ ಕೊಡಬಲ್ಲಿರಿ. ಈ ಸುಲಭ ಗಣನೆಯ ಹಿಂದೆ ಹುದುಗಿರುವ ಸೂತ್ರವೇನು?

ದೂರವನ್ನು s, ವೇಗವನ್ನು v ಮತ್ತು ಕಾಲವನ್ನು t ಅಕ್ಷರಗಳಿಂದ ಸೂಚಿಸೋಣ. ನಿಮ್ಮ ಮಾನಸಿಕ ಗಣನೆಯ ಸೂತ್ರವಿದು :

ದೂರ = ವೇಗ × ಕಾಲ

$$s = v \times t$$

ಇದರ ಅರ್ಥವಿಷ್ಟು : ಯಾವುದೇ ಒಂದನ್ನು ಉಳಿದ ಎರಡರ ನೆರವಿನಿಂದ ಮಾತ್ರ ಅಳೆಯಬಹುದು ; ದೂರ, ವೇಗ, ಕಾಲ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧಿತವಾಗಿವೆ ; ಇವುಗಳ ಪೈಕಿ ಯಾವುದೇ ಇಲ್ಲವಾದರೆ ಉಳಿದ ಎರಡೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ದೂರ, ವೇಗ, ಕಾಲ ಎಂಬ ಗುಣಗಳನ್ನು (ಅಥವಾ ಭೌತಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನು) ಅನಂತ ಭೌತ ತ್ರಿಕೋನದ ಶೃಂಗಗಳು ಎನ್ನುವುದುಂಟು. ತ್ರಿಕೋನಕ್ಕೆ ಮೂರು ಶೃಂಗಗಳು ಹೇಗೆ ಆವಶ್ಯಕ, ಒಂದಿಲ್ಲವಾದಾಗ ಉಳಿದೆರಡು ಹೇಗೆ ನಿರರ್ಥಕ ಎಂಬ ಅಂಶಗಳು ನಿಮಗೆ ತಿಳಿದಿವೆ.

ವಿಶಾಲ ವಿಶ್ವವನ್ನು ಕುರಿತು ಪ್ರಸ್ತಾವಿಸುವಾಗ 'ದೂರ'ದ ಬದಲು 'ಆಕಾಶ ಪದವನ್ನು ಬಳಸುವ ವಾಡಿಕೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಈ ಮುಂದಿನ ವಾಕ್ಯವನ್ನು ನೋಡಿ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಧಾವಿಸಿ ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲಪುವುದು.

ಹಾಗಾದರೆ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಸ್ವತಂತ್ರ ಅಸ್ತಿತ್ವವಿಲ್ಲವೇ? ಚಲನೆಯನ್ನಾಗಲಿ ಆಕಾಶವನ್ನಾಗಲಿ ಅವಲಂಬಿಸದ ಶುದ್ಧ (ಅಂದರೆ ನಿರಪೇಕ್ಷ) ಗುಣವಾಗಿ ಕಾಲವನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದು ಅಥವಾ ಅಳೆಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವೇ? ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಆರಂಭದವರೆಗೂ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ 'ಉಂಟು' ಎಂದಿತ್ತು. ಆದರೆ ಇಂಥ ನಂಬಿಕೆಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಬೆಳೆಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನದಿಂದ ಲಭಿಸಿದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ವಾಸ್ತವ

ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳೊಡನೆ ಹೊಂದಲಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ನಂಬಿಕೆಯ ಬುಡವೇ ಹಂದಾಡಿತು; ವಾಸ್ತವ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಅರ್ಥವಿಸಿ ವಿವರಿಸಬಲ್ಲ ಹೊಸ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಅನಿವಾರ್ಯವೆನ್ನಿಸಿತು.* ಇಂಥ ಉತ್ಕಟ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಬಂದವರೇ ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ (1879–1955). ಪ್ರಪಂಚದ ಸಾರ್ವಕಾಲಿಕ ಮಹಾ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಪೈಕಿ ಒಬ್ಬರಾದ ಇವರು ರಿಲೆಟಿವಿಟಿ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮಂಡಿಸಿ ಭೌತವಿಶ್ವಕ್ಕೆ ಹೊಸ ಅರ್ಥ ನೀಡಿದರು, ಆ ತನಕ ಪೇರಿಕೊಂಡು ಬಂದಿದ್ದ ಹಲವಾರು ಅಸಾಂಗತ್ಯಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಿದರು.

ರಿಲೆಟಿವಿಟಿ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಕಾಲ ಎಂಬುದೇ ಇಲ್ಲ. ಕಾಲ ಮತ್ತು ಆಕಾಶ ಅಖಂಡವಾಗಿ ಒಂದರೊಡನೊಂದು ಬೆಸೆದುಕೊಂಡು ಭೌತವಿಶ್ವವನ್ನು ರೂಪಿಸಿವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವಿರದ ಭಿನ್ನ ಗುಣಗಳು ಎಂದು ಭಾಸವಾಗುವ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ (ಅಂದರೆ ವಸ್ತು) ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿ (ಅಂದರೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡಬಲ್ಲ ಗುಣ) ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಸಂಬಂಧಿತವಾಗಿವೆ: $E=mc^2$ ಎಂಬ ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ಸಮೀಕರಣ ಈ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುದು. ಇಲ್ಲಿ E, m, c ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಶಕ್ತಿ, ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿ, ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಶಕ್ತಿಯಾಗಿಯೂ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿಯಾಗಿಯೂ ಮಾರ್ಪಡಿಸಬಹುದು ಎಂದು ಇದರ ಅರ್ಥ. ಭೌತವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ವಸ್ತು ಅಥವಾ ಶಕ್ತಿ ಐದಬಹುದಾದ ಗರಿಷ್ಠ ವೇಗವೆಂದರೆ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ, c. ಇದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಮೂರು ಲಕ್ಷ ಕಿಲೊಮೀಟರುಗಳು. ಈ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಮಿತಿ ಯನ್ನು ಮೀರಿ ಸಾಗುವ ವಸ್ತುವಾಗಲಿ ಶಕ್ತಿಯಾಗಲಿ ಭೌತವಿಶ್ವದಲ್ಲಿಲ್ಲ. ಮಹಾ ವೇಗದಿಂದ— ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದಾದ ವೇಗದಿಂದ—ಚಲಿಸುವಾಗ ಕಾಲಪ್ರವಾಹ ಮಂದವಾಗುತ್ತದೆ. ಮಹಾ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ವಲಯಗಳ, ಅಂದರೆ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸಮಾನವಾದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ, ಸನಿಹದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಹಾಯುವಾಗ ಅದು ಬಾಗುವುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಇಹಲೋಕದ (ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ) ವ್ಯವಹಾರಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ವಿಶಾಲ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ—ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಆಡುಂಬೋಲದಲ್ಲಿ—ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕೆ ಸನ್ನಿಹಿತವಾಗುವ ವೇಗಗಳಿಂದ ಧಾವಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಆಗ ಕಾಲರಾಯ ನಮಗೆ ಸೋಲುವುದು ಖರೆ (ಅಂದ ಹಾಗೆ ಮನುಷ್ಯ ಇಂದು ತಲಪಿರುವ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗವೆಂದರೆ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಸುಮಾರು 15 ಕಿಮೀ ಮಾತ್ರ).

ಕಾಲಬಾಣ

ಕಾಲಬಾಣದ ಚಲನೆ ಒಂದೇ ದಿಶೆಯದು; ಒಂದೇ ಗತಿಯದು. ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿಯೂ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಲ್ಲಿಯೂ ನಡೆಯುವ ಎಲ್ಲ ಘಟನೆಗಳೂ ಇವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಮನುಷ್ಯನ ಊಹಾಪೋಹಗಳಿಗೆ ಮಿತಿ ಇಲ್ಲ. ಕಾಲದಿಶೆ ಯನ್ನು ಹಿಮ್ಮೊಗಗೊಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದೀತೇ ? ಭೂತಕಾಲದ ಗರ್ಭವನ್ನು ಹೊಕ್ಕು,

ಒಂದಿಗೇ ತಾರುಣ್ಯವನ್ನು ಗಳಿಸಿ, ಈ ಲೋಕದ ಸಂತೋಷ ಸಮೃದ್ಧಿಗಳನ್ನು ಮಗುದೊಮ್ಮೆ ಅನುಭವಿಸಲಾದೀತೇ? ಪುರಾಣಪುರುಷ ಯಯಾತಿ ಈ ಸೌಭಾಗ್ಯ ಪಡೆದಿದ್ದನಂತೆ. ಇನ್ನು ದೇವತೆಗಳು ಅಜರಾಮರರು. ವಾಸ್ತವ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಇವು ಎಂದೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗವು.

ರಿಲೆಟಿವಿಟಿ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕೆಲವು ಆಕರ್ಷಕ ನೂತನ ಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಸಮೀಪಿಸಿದಂತೆ ಕಾಲದ ಚಲನೆ ಮಂದವಾಗುವುದು ಸರಿಯಷ್ಟೆ. ನೀವು ಪುಷ್ಪಕ ವಿಮಾನವೇರಿ ಆಕಾಶದ ಅತ್ಯಾಕರ್ಷಕ ಮತ್ತು ಪ್ರಕಾಶತಮ ನಕ್ಷತ್ರವಾದ ಲುಬ್ಧಕದೆಡೆಗೆ ಸಾಕ್ಷಾತ್ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಿಂದಲೇ ಪ್ರಯಾಣ ಹೊರಟಿರಿ ಎಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ಆ ನಕ್ಷತ್ರವನ್ನು ತಲಪಲು ಒಂಬತ್ತು ಭೂಮಿವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ನೀವು ಧಾವಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಲುಬ್ಧಕವನ್ನು ತಲಪಿದೊಡನೆ ಅಲ್ಲಿಂದ ನೀವು ಭೂಮಿಗೆ ಅದೇ ವೇಗದಿಂದ ಜಿಗಿದು ಮತ್ತೆ ಒಂಬತ್ತು ಭೂಮಿವರ್ಷಗಳು ಉರುಳುವಾಗ ಸುಂದರ ವಸುಂಧರೆಯನ್ನು ತಲುಪುವಿರಿ ಎಂದೂ ಭಾವಿಸೋಣ. ಭೂನಿವಾಸಿಗಳಿಗೆ ಈ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹದಿನೆಂಟು ವರ್ಷಗಳೇ ಸಂದುಹೋಗಿದ್ದರೂ ನಿಮಗೆ ಮಾತ್ರ ಕೇವಲ ಒಂದು ಹಗಲು ಸಂದ ಅನುಭವವಾಗಿರುತ್ತದೆ! ಹಾಗಾದರೆ ಕಾಲ ಎಂದರೇನು?

ಹಿಂದೊಮ್ಮೆ ರೈವತನೆಂಬ ಋಷಿ ತನ್ನ ಸುಕುಮಾರಿಗೆ ವರಾನ್ವೇಷಣೆ ಮಾಡಲು ಹೊರಟ. ಅಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲಿ ಅರಸುವುದೇಕೆ, ಸಾಕ್ಷಾತ್ ವಿಶ್ವಕರ್ತೃ ಬ್ರಹ್ಮನನ್ನೇ ಈಕೆಗೆ ಆತ ವಿಧಿಸಿರುವ ಪತಿ ಯಾರೆಂದು ಕೇಳಿಬಿಡೋಣ—ಹೀಗೆ ಯೋಚಿಸಿದ ರೈವತ ಅತಿ ವೇಗದಿಂದ ಬ್ರಹ್ಮಲೋಕಕ್ಕೆ ಮಗಳ ಸಮೇತ ಹೋಗಿ ಬ್ರಹ್ಮನೆದುರು ತನ್ನ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಇಟ್ಟ.

''ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲ ಮಹಾಪುರುಷರ ಹೆಸರುಗಳನ್ನೂ ಹೇಳು. ನಾನು ನೆನಪು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವೆನು'' ಎಂದನು ಬ್ರಹ್ಮ.

ರೈವತ ಹೇಳಿದ ಹೆಸರುಗಳನ್ನು ಕೇಳಿ ಅವನು ನಕ್ಕು "ಅವರೆಲ್ಲ ನೀನು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಹೊರಟಾಗ ಇದ್ದವರು ನಿಜ. ಆದರೆ ಇಲ್ಲಿ ನೀನಿರುವ ಒಂದೊಂದು ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿಯೂ ಭೂನಿವಾಸಿಗಳಿಗೆ ಲಕ್ಷಾಂತರ ವರ್ಷಗಳೇ ಸಂದುಹೋಗುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಆ ಪುರುಷರು ಯಾರೂ ಈಗ ಅಲ್ಲಿಲ್ಲ. ನೀನೀಗ ಮರಳು. ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲಪುವಾಗ ಅಲ್ಲಿ ದ್ವಾಪರಯುಗ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದು. ಬಲರಾಮ ಎಂಬವನಿಗೆ ನಿನ್ನ ಮಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಮದುವೆ ಮಾಡು" ಎಂದ.

ವಿಶ್ವಕಾಲವೇ ಬೇರೆ, ಭೂಮಿಕಾಲವೇ ಬೇರೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಕಾಲ ಎಂದರೇನು?

ಇನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಮೀರಿ ನೀವು ಜಿಗಿದುದಾದರೆ ನಿಜಕ್ಕೂ ಭೂತ ಕಾಲದೆಡೆಗೆ ತೆರಳಬಲ್ಲಿರಿ. ಗಾಂಧಿ ಅಜ್ಜಯ್ಯನೆದುರು 'ವೈಷ್ಣವ ಜನತೋ' ಹಾಡಿ, ಗೌತಮ ಬುದ್ಧನೆದುರು 'ಬುದ್ಧಂ ಶರಣಂ ಗಚ್ಛಾಮಿ' ಎಂದು ನುತಿಸಿ, ವೇದಕಾಲದ

ಋಷಿಗಳ ಆಶೀರ್ವಾದ ಪಡೆದು, ಹೀಗೆ ಕೊನೆಯಿಲ್ಲದೆ, ಹೋಗುತ್ತಿರಬಹುದು. ಎಂದೇ ಮುಂದಿನ ಕಗ್ಗ :

ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕಿಂತಲು ರಭಸದಿ
ಓಡುವ ಪೋಕರಿ ಹುಡುಗಿ ಉಷಾ
ಐನ್‌ಸ್ಟೈನರ ರಿಲೆಟಿವಿಟಿ ಕ್ರಮದಲಿ
ಜಿಗಿಯುತ ಇಳಿದಳು ಕಳೆದ ನಿಶಾ!

ಹಾಗಾದರೆ ಕಾಲ ಎಂದರೇನು?

ಈಗ್ಗೆ ಸುಮಾರು ಎರಡು ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಒಬ್ಬ ಋಷಿ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆ ಎತ್ತಿದ. ಅವನೇ ಮುಂದುವರಿದು ವಿವರಣೆ ನೀಡಿದ "ತಿಳಿದವನಿಗೆ ಇದರ ಉತ್ತರವನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದು ಅನಗತ್ಯ, ತಿಳಿಯದವನಿಗೆ ಅಸಾಧ್ಯ."

ಕರುಣ ಎನ್. ಮೂಲೂರ್

ಕೀಟಗಳ ಭಾಷೆ

ಮಳೆಬಂದ ದಿನ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಕೀಟಗಳು ದೀಪದ ಸುತ್ತಲೂ ಹಾರಾಡುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಾವು ಗಮನಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಅವು ಗುರಿ ಇಲ್ಲದೆ ಹಾರಾಡುತ್ತಿವೆಯೇ? ಅಥವಾ ಅವುಗಳ ಹಾರಾಟದಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಉದ್ದೇಶವಿದೆಯೇ? ಎಲ್ಲ ಕೀಟಗಳೂ ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿತವಾಗಿವೆಯೇ ಅಥವಾ ಅವು ಯಾವುದಾದರೂ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಿರುವುದಾದರೆ ಅದು ಯಾವ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿರಬಹುದು? ಹೇಗೆ ಸಂಸರ್ಗವನ್ನಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿರಬಹುದು? ಈ ಅಂಶಗಳು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ಅರ್ಥವಾಗುವುವೇ ಹೊರತು ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗದ ವಿಷಯಗಳಾಗಿವೆ.

ಮಾನವರಂತೆ ಪ್ರಾಣಿಗಳೂ ಪ್ರತಿನಿತ್ಯದ ಹಲವಾರು ಕಾರ್ಯ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಇಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಲೇ ಬೇಕು. ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಸಂಗಾತಿಗಳನ್ನು ಹುಡುಕುವಾಗ, ಆಹಾರ ಶೇಖರಿಸುವಾಗ, ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಗುಪ್ತವಾಗಿ ಸನ್ನಿಹಿತವಾಗುತ್ತಿರುವ ಅಪಾಯದ ಬಗ್ಗೆ ತಮ್ಮ ಗುಂಪಿಗೆ ಎಚ್ಚರಿಕೆ ನೀಡುವಾಗ ಇತ್ಯಾದಿ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವುವೆಂಬುದು ವಾಸ್ತವ ಸಂಗತಿ. ಇಂತಹ ಸಂಜ್ಞೆಗಳು ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆಯೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಅವು (ಅ) ರಾಸಾಯನಿಕ ಮತ್ತು (ಆ) ಭೌತಿಕ ಸಂಪರ್ಕ ಸಂಜ್ಞೆಗಳು. ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಕಳುಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಇಂತಹ ಸಂಜ್ಞೆಗಳಲ್ಲಿ ತಮಗೆ ಅವಶ್ಯಕವಾದ ಸಂಜ್ಞೆಯನ್ನು ಆರಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ವಿಶಿಷ್ಟ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಾಹೀ ಭಾಗಗಳನ್ನೂ ಸಹ ಅವು ಹೊಂದಿರಲೇ ಬೇಕು. ಈ ಸಂಪರ್ಕ ವಿಧಾನವನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ಈ ರೀತಿ ವಿವರಿಸಬಹುದು.

1. **ಸ್ಪರ್ಶ ರಚನೆ** (Tactile system) : ಕೀಟಗಳು ಸಮಾಚಾರವನ್ನು ಸಾಗಿಸಲು "ಸ್ಪರ್ಶ ವಿಧಾನ"ವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತವೆ. ಇರುವೆಗಳು ಒಂದನ್ನೊಂದು ತಮ್ಮ ಸ್ಪರ್ಶಾಂಗಗಳಿಂದ ಮುಟ್ಟಿ ಅವು ತಮ್ಮ ಜಾತಿಯವೇ ಎಂದು ತಿಳಿದು ಸುದ್ದಿಯನ್ನು ವರ್ಗಾಯಿಸುವುವು, ಕೂಡಲೇ ಇತರೆ ಇರುವೆಗಳೂ ಇದೇ ವಿಧಾನವನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವುವು.

2. **ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಜ್ಞೆಗಳು** (Chemical signals): ಇದು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸಂಪರ್ಕಸಾಧನ. ದೂರದ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಸಹಾಯಕವಾದ ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಕೀಟಗಳು ಅನೇಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವುವು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಅತಿಬೇಗ ಆವಿಯಾಗುವುವು. ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತುಸಾಗುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೆ ಎಕ್ಟೋಹಾರ್ಮೋನ್ಸ್ ಅಥವಾ ಫೆರೊಮೋನ್ಸ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಪ್ರತಿಜಾತಿಗೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಫೆರೊಮೋನ್‌ಗಳಿರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ಆಶ್ಚರ್ಯದ ಸಂಗತಿ. ಅವು ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನಾಧರಿಸಿ ಎರಡು ಪ್ರಧಾನ ವರ್ಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು :

(ಅ) ವಿಮೋಚನಾ ಫೆರೊಮೋನ್ಸ್ (Releaser pheromones),
(ಆ) ಪ್ರವೇಶಕ ಫೆರೊಮೋನ್ಸ್ (Primer pheromones).

(ಅ) ವಿಮೋಚನಾ ಫೆರೊಮೋನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ

(i) ಲಿಂಗಾಕರ್ಷಕಗಳು (Sex attractants),
(ii) ಅಪಾಯ ಸೂಚಕ ಫೆರೊಮೋನ್ಸ್ (Alarm pheromones),
ಮತ್ತು (iii) ಸೇರ್ಪಡೆ ಫೆರೊಮೋನ್ಸ್ (Recruitment pheromones)
ಎಂದು ಮೂರು ಮೂಲ ವಿಧಗಳಿವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ತಿಳಿಯೋಣ.

(i) **ಲಿಂಗಾಕರ್ಷಕಗಳು** : ಪ್ರತಿ ಜಾತಿಗೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿರುವ ಈ ಲಿಂಗಾಕರ್ಷಕಗಳು ಕೂಡುವ ಸಂಗಾತಿಗಳಿಗೆ ಸಂಜ್ಞೆ ಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ಸಹಾಯಕವಾಗಿವೆ. ಹೆಣ್ಣು ಪತಂಗವು ರಾಸಾಯನಿಕ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಬಿಟ್ಟು ಬಹುದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಗಂಡನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದು. "ಚಕ್ರವರ್ತಿ ಪತಂಗ"ವು ಹನ್ನೊಂದು ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ದೂರದವರೆವಿಗೂ ಆಕರ್ಷಿಸ ಬಲ್ಲದು ಎಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಲಿಂಗಾಕರ್ಷಕಗಳಲ್ಲಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕೀಟಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ವಾಣಿಜ್ಯ ರೇಷ್ಮೆ ಪತಂಗ "ಬಾಂಬಿಕ್ಸ್ ಮೊರಿ"ಯಿಂದ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ಅದನ್ನು "ಬಾಂಬಿಕಾಲ್" ಎಂದು ಕರೆದಿದ್ದಾರೆ. ಇದು ಸಮಾನ ಘಟಕ ವೈಪರೀತ್ಯದವುಗಳಿಗಿಂತ (isomers) ಹೆಚ್ಚು ಚುರುಕಾದುದೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಕೊರವಂಜಿ ಪತಂಗವೂ ಒಂದು ರೀತಿಯ ವಸ್ತುವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ "ಜಿಪ್ಟಾಲ್" ಎನ್ನುವರು. ಈವರೆವಿಗೂ ಸುಮಾರು 12–13 ಲಿಂಗಾಕರ್ಷಕಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ಕೀಟಗಳಲ್ಲಿ ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ.

(ii) **ಅಪಾಯಸೂಚಕ ಫೆರೊಮೋನ್‌ಗಳು** : ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಸಾಂಘಿಕ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಂದ, ತಮ್ಮ ಸಮೂಹಕ್ಕೆ ಮುಂಬರುವ ಅಪಾಯ ಸೂಚಿಸಿ ಎಚ್ಚರಿಸುವಾಗ ಈ ಪೆರೊಮೋನ್‌ಗಳು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವುವು. ಈ ದಿಸೆಯಲ್ಲಿ ಬಹುಶಃ ಎಲ್ಲ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ವರ್ತನೆಯೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದು. ಅವು ಮೊದಲು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಭಿಸರಣ

ತಂತ್ರ (Osmotactically) ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅಲ್ಪ ಫೆರೊಮೋನ್ ಕೇಂದ್ರೀಕರಣ ಮೂಲದತ್ತ ನಿಲ್ಲುವುವು, ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚು ಫೆರೊಮೋನ್ ಕೇಂದ್ರೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಉನ್ಮಾದದಿಂದ ಕಾರ್ಯಚಟುವಟಿಕೆಯಲ್ಲಿ ನಿರತವಾಗುವುವು. ಒಂದು ಜಜ್ಜಿಹೋದ ಇರುವೆಯ ದೇಹವನ್ನು ಗೂಡಿನ ದ್ವಾರದಬಳಿ ಇಟ್ಟಾಗ, ಒಂದು ಸೆಂಟಿಮಿಾಟರ್ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಹರಿದಾಡುತ್ತಿರುವ ಎಲ್ಲ ಕೆಲಸಗಾರ ಇರುವೆಗಳೂ ಅಪಾಯಸೂಚಕ ಫೆರೊಮೋನಿನ ವರ್ತನೆಯಿಂದ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸುವುದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ. ಈ ಫೆರೊಮೋನ್ಸ್ ಲಿಂಗಾಕರ್ಷಕಗಳಂತೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಜಾತಿಗೆ ಸೇರಿದವುಗಳಲ್ಲ. "ಅಕ್ಯಾಂಥೊಮಯೋಪ್ಸ್ ಕ್ಲಾವಿಂಜರ್" ಇರುವೆಯು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಅಪಾಯಸೂಚಕ ಫೆರೊಮೋನ್ ಸಿಟ್ರಲ್, ಸಿಟ್ರೊನೆಲ್ಲಾಲ್, ಅನ್‌ಡೆಕೇನ್ ಮತ್ತು ಟ್ರೈಡೆಕೇನ್‌ನಂತ ಅನೇಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪದಾರ್ಥಗಳ ರೀತಿಯವು. ಜೇನುನೊಣಗಳು ತಮ್ಮ ಸಮೂಹಕ್ಕೆ ಅಪಾಯವಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿದಾಗ ಹೊಟ್ಟೆಯ ಹಿಂಭಾಗವನ್ನು ಎತ್ತಿ ಶತ್ರುವನ್ನು ಚುಚ್ಚುವುವು. ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅಪಾಯಸೂಚಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವನ್ನೂ ಶತ್ರುವಿನ ದೇಹದೊಳಕ್ಕೆ ಬಿಡುವುವು. ಇದರಿಂದ ಇತರ ಜೇನುನೊಣಗಳು ಶತ್ರುವನ್ನು ಅದೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಅದರ ಸಮಿಾಪದಲ್ಲಿ ಆಕ್ರಮಣಮಾಡಿ ಚುಚ್ಚುವುವು.

ಅಪಾಯಸೂಚಕ ಫೆರೊಮೋನ್‌ಗಳು ರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ಅಕ್ಯಾಂಥೊಮಯೋಪ್ಸ್ ಕ್ಲಾವಿಂಜರ್‌ನಲ್ಲಿ ದವಡೆ ಅಥವಾ ಡ್ಯೂಫೊರ್ಸ್ ಗ್ರಂಥಿಗಳು ಎರಡು ಭಿನ್ನವಾದ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಸ್ರವಿಸುವುವು. ದವಡೆ ಗ್ರಂಥಿಗಳು ವ್ಯಾಪಕವಾದ ಸಾಂದ್ರೀಕೃತ ಟರ್‌ಪೇನ್‌ಗಳನ್ನು (terpenes) ಸ್ರವಿಸುವುವು. ಅವು ರಕ್ಷಣಾ ವಿಕರ್ಷಿತಗಳಾಗಿ (defensive repellants) ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಬಲ್ಲವು. ಡ್ಯೂಫೊರ್ಸ್ ಗ್ರಂಥಿಯು ಒಂದು ಅನುಷಂಗಿಕ ಗ್ರಂಥಿ. ಇದು ಫಾರ್ಮಿಕ್ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಸ್ರವಿಸುವ ನಂಜುಗ್ರಂಥಿ. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಇತರ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ಸ್ರವಿಸುವುದು. ಚುಚ್ಚುವ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಫಾರ್ಮಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರೊಕಾರ್ಬನ್‌ಗಳು ಅಪಾಯ ಸೂಚಕ ಫೆರೊಮೋನ್‌ಗಳಲ್ಲದೆ, ಫಾರ್ಮಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಪ್ರಸರಣಾ ಕಾರ್ಯಭಾರಿಗಳಾಗಿಯೂ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ.

(iii) **ಸೇರ್ಪಡೆ ಫೆರೊಮೋನ್‌ಗಳು** : ಇವುಗಳನ್ನು ಸಾಂಘಿಕ ಕೀಟಗಳಂತಹ ದುಂಬಿ, ಇರುವೆ ಮತ್ತು ಗೆದ್ದಲು ಹುಳುಗಳಲ್ಲಿ ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ. ಜಾಡ ಗುರುತು ಹಚ್ಚುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೇರ್ಪಡೆ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುವು. ಅಲ್ಲದೆ ತನ್ನ ಗುಂಪಿನ ಇತರರಿಗೆ ದೂರ ಸಂಚಾರದ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿಗಳಾಗಿ ಬಳಸುವುವು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯು ಜೇನುನೊಣಗಳಲ್ಲಿ ಸಾವಿರಾರು ಮಿಾಟರುಗಳವರೆಗೂ, ಭೂಕೀಟಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಮಿಾಟರುಗಳವರೆಗೂ ವ್ಯಾಪಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಭೂಕೀಟಗಳು ಮತ್ತು ಹಾರುವ ಕೀಟಗಳು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಜಾಡಗುರುತುಗಳನ್ನು ಬಳಸುವುವು. ಎಡಬಿಡದೆ ಜಾಡಗುರುತನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿರುವ ಕೀಟ

ಗಳೆಂದರೆ ಭೂಕೀಟಗಳು. ಬೆಂಕಿ ಇರುವೆ, ಸೊಲೆನಾಬ್‌ಸಿಸ್ ಸೊಕ್ವಿಸ್ಸಿಮ, ಅದರ ಕೊಂಡಿಯನ್ನು ಎಳೆಯುತ್ತಾ ಲೇಖನಿ ಮಸಿಯಿಂದ ಗೆರೆ ಎಳೆದಂತೆ ಜಾಡಗುರುತು ಮಾಡುವುದು.

ಜೇನುನೊಣಗಳು ಗೂಡನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ನೆಸನೊಫ್ ಗ್ರಂಥಿಯ ಘಟಕಾಂಶಗಳಿಂದ ಸಮೃದ್ಧವಾದ ಆಹಾರವಿರುವೆಡೆ ಪತ್ತೆಮಾಡುವುವು. ಈ ಗ್ರಂಥಿಯ ಪ್ರಮುಖ ಘಟಕಾಂಶ ಜೆರನಿಯೊಲ್, ಬೇರೆ ದುಂಬಿಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಇದರ ಪಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚು.

ಆಹಾರ ಹುಡುಕುವ ದುಂಬಿ, ಆಹಾರ ದೊರಕುವ ಸ್ಥಳವನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದ ನಂತರ ತನ್ನ ಗೂಡಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗುವಾಗ ಆ ಪ್ರದೇಶದ ಕೊಂಬೆಗಳು ಅಥವಾ ಎಲೆಗಳ ಮೇಲೆ ಜಾಡಗುರುತುಗಳನ್ನು ಬಿಡುತ್ತವೆ. ಈ ಗುರುತುಗಳು ಆಹಾರ ಹುಡುಕುತ್ತಿರುವ ಇತರ ದುಂಬಿಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗವಾಗುವುವು. ಇತರ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಜಾಡಗುರುತು ಗಳನ್ನು ಗೂಡು ಸರಿಪಡಿಸುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಕೆಲಸಗಾರ ನೇಮಕ ಇತ್ಯಾದಿ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತವೆ.

(ಆ) **ಪ್ರವೇಶಕ ಫೆರೊಮೋನ್‌ಗಳು** : ಇವು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಾಹಕ ವಸ್ತುಗಳು. ದುಂಬಿಯ ದವಡೆಗ್ರಂಥಿ ಸ್ರವಿಸುವ ಕೆಟೊಡೆಸೆನೊಯಕ್ ಆಮ್ಲ ಗೂಡಿನಲ್ಲಿ ದುಂಬಿಗಳ ವರ್ತನೆಯನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡುವುದು. ಈ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುವನ್ನು ಕನ್ಯಾರಾಣಿ ಸ್ರವಿಸುವುದರಿಂದ ಇದು ಲೈಂಗಿಕ ಫೆರೆಮೋನ್, ಗಂಡು ನೊಣಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಲು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಬೇರೆ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡುವಿಕೆ ನಂತರ ಹೆಣ್ಣುನೊಣ ಈ ಫೆರೊಮೋನ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುವುದು, ಆದರೆ ರಾಣಿಜೇನು ನೊಣದಲ್ಲಿ ಹೀಗಿಲ್ಲ.

ಹೊಸದಾಗಿ ಕೂಡಿದ ರಾಣಿ ತನ್ನ ಗೂಡಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿ ಕೆಟೊಡೆಸೆನೊಯಕ್ ಆಮ್ಲದ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುವುದು. ಈ ಆಮ್ಲ ಕೆಲಸಗಾರ ದುಂಬಿಗಳ ಅಂಡಾಶಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುದು. ರಾಣಿಯು ಸ್ರವಿಸುವಿಕೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದ ತಕ್ಷಣವೇ ಕೆಲಸಗಾರ ದುಂಬಿಗಳು ಅಂಡಾಶಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ ಮೊಟ್ಟೆಯನ್ನೂ ಸಹ ಇಡುವುವು.

ಭೌತಿಕ ಸಂಜ್ಞೆಗಳು : ಕೀಟ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ಸಂಜ್ಞೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆದಿದೆ. ಇವನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ವಿವರವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳ ಲಾಗಿದೆ. ಮೇಲಾಗಿ ಮಾನವ ಸರಿಯಾಗಿ ಅರ್ಥವಿವರಣೆ ನೀಡಿರುವುದೆಂದರೆ ಜೇನು ನೊಣದ ಸಂಜ್ಞೆಗಳಿಗೆನ್ನಬಹುದು. ಇದರ ಸಮಗ್ರ ಕೀರ್ತಿಯು ಆಸ್ಟ್ರಿಯದ ಖ್ಯಾತ ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಕಾರ್ಲ್ ವಾನ್‌ಫ್ರಿಷ್ (Karl Van Frisch) ರವರಿಗೆ ಸಲ್ಲುವುದು.

ಫ್ರಿಷ್‌ರವರು ಜೇನುಗೂಡಿನ ಹತ್ತಿರ ಬಣ್ಣ ಹಚ್ಚಿದ ಬಟ್ಟಲಿನಲ್ಲಿ ಸಕ್ಕರೆ ಪಾಕವನ್ನಿಟ್ಟು ವೀಕ್ಷಿಸಿದರು. ದುಂಬಿಗಳು ಒಮ್ಮೆ ಈ ಅಧಿಕ ಆಹಾರ ಮೂಲವನ್ನು

ಕಂಡನಂತರ ಗೂಡಿನ ಇತರ ದುಂಬಿಗಳು ಒಡನೆಯೇ ಅದೇ ಬಟ್ಟಲಿಗೆ ಭೇಟಿ ಕೊಡು ತ್ತಿದ್ದುವು. ಮೊದಲು ಆ ಸ್ಥಳವನ್ನು ಸಂದರ್ಶಿಸಿದ ದುಂಬಿಯು ತನ್ನ ಗೂಡಿನ ಇತರ ದುಂಬಿಗಳಿಗೆ ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿಸಿರಲೇಬೇಕೆಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಯಿತಲ್ಲದೆ, ಹೇಗೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಅತಿ ಜಾಣತನದಿಂದ ನಡೆಸಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಸಕ್ಕರೆಯ ಬಟ್ಟಲುಗಳನ್ನು ಗೂಡಿನಿಂದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದೂರಗಳಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟು ಭೇಟಿಕೊಟ್ಟ ದುಂಬಿಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಗುರುತುಹಾಕುತ್ತಿದ್ದರು. ಆ ದುಂಬಿಯು ಗೂಡಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿದನಂತರ ಅದರ ವರ್ತನೆಯನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿದರು. ಆಹಾರ ಹುಡುಕುವ (forager) ದುಂಬಿಗಳು ಗೂಡಿನ ಮೇಲೆ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಚಲನ ವಿನ್ಯಾಸಗಳಿಂದ ತಮ್ಮ ಸಂಗಾತಿ ದುಂಬಿಗಳೊಡನೆ ಸಂಭಾಷಿಸುವ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ ಸಂಗತಿಯನ್ನು ತಿಳಿದರು. ಇವು ತಮ್ಮ ದೇಹದ ಚಲನೆಗಳಿಂದ ಆಹಾರ ದೊರಕುವ ದೂರ, ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿ ಸಿದ ಸೂಚನೆಗಳು ನೀಡುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಫ್ರಿಷ್ ಗಮನಿಸಿದರು.

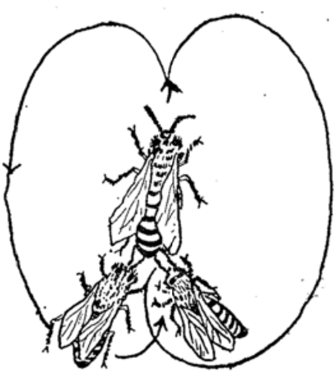
ಆಹಾರವಿರುವ ಸ್ಥಳ ಗೂಡಿಗೆ ಹತ್ತಿರವಿದ್ದಾಗ ದುಂಬಿಗಳು ಗೂಡಿನ ಬಳಿ ಬಂದು ಸುತ್ತುಕುಣಿತ (Round dance) ಮಾಡುವುದನ್ನು (ಚಿತ್ರ 1) ಫ್ರಿಷ್ ಗಮನಿಸಿದರು. ಜೇನುನೊಣಗಳ ಹಿಂಡಿನಲ್ಲಿ ಆಹಾರ ಸಂಗ್ರಹಿಸುವ ಕಾರ್ಯವು ಬಂಜೆ ಹೆಣ್ಣು ಕೆಲಸಗಾರ ನೊಣಗಳಿಂದ ನಡೆಯು ವುದು. ಹೆಣ್ಣು ದುಂಬಿಯು ಒಮ್ಮೆ ಎಡಕ್ಕೂ ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಬಲಕ್ಕೂ ಪರ್ಯಾಯ ವಾಗಿ ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವುದು. ಈ ಕುಣಿತವು ನೆರೆಹೊರೆಯ ಜೇನುನೊಣ ಗಳನ್ನು ಉದ್ರೇಕಿಸುವುದು. ಅವು ನೃತ್ಯದ ಹಿಂದೆ ಗುಂಪುಗೂಡಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ, ಆಹಾರ ಹುಡುಕಿರುವ ದುಂಬಿಯ ದೇಹಕ್ಕೆ ಅಂಟಿರುವ ಹೂವಿನ ವಾಸನೆ ಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತವೆ. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಮೂಲವು ಸಮೃದ್ಧವಾಗಿದ್ದರೆ ನೃತ್ಯ ಹುರುಪಿ ನಿಂದಲೂ ಮತ್ತು ದೀರ್ಘವಾಗಿಯೂ ಇರುವುದನ್ನು ಫ್ರಿಷ್ ಗಮನಿಸಿದರು. ನೃತ್ಯ ಉತ್ಸಾಹಭರಿತವಾದಷ್ಟೂ ಗೂಡಿನ ಸಂಗಾತಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ತೋರಿಬರುತ್ತಿತ್ತು. ಹೊಸದಾಗಿ ಸೇರಿದ ಕೆಲಸಗಾರ ನೊಣಗಳೂ ಸಹ ಹಾರಿ ಬಂದು ಅದೇ ಹೂವನ್ನು ಹುಡುಕಿ ಮಕರಂದ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಹಿಂತಿರುಗಿದನಂತರ ಬೇರೆ ನೊಣಗಳ ಸೇರ್ಪಡೆಗಾಗಿ ನೃತ್ಯಮಾಡುತ್ತಿದ್ದವು. ಆಹಾರವು ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ ನೃತ್ಯವೂ ನಿಧಾನ ವಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಅನಂತರ ಕೆಲಸಗಾರ ಜೇನುನೊಣಗಳು ಬೇರೆ ಹೂಗಳತ್ತ ಧಾವಿಸು ತ್ತಿದ್ದವು. ಅಲ್ಲದೆ ಅಧಿಕ ಆಹಾರದ ಮೂಲವನ್ನು ಕಂಡಕೂಡಲೆ ಅದನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದ



ಚಿತ್ರ: 1

ಜೇನುನೊಣಗಳು ಗೂಡಿನ ಮೇಲೆ ಉತ್ಸಾಹಭರಿತ ನೃತ್ಯಮಾಡಿ ಹೊಸ ನೊಣಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುತ್ತಿದ್ದವು. ವೃತ್ತಕುಣಿತವು ಹೀಗೆ ಜೇನುಗೂಡಿನ ಹತ್ತಿರ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಆಹಾರ ದೊರೆಯುವುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಉಪಯುಕ್ತವೆನಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಜೇನುನೊಣಗಳು ಹಲವಾರು ಕಿಲೊಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ದೂರ ಹಾರಿ ಆಹಾರಾನ್ವೇಷಣೆ ನಡೆಸುವಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಅತಿ ದೂರದ ಮೂಲಗಳಿಂದ ಆಹಾರ ಸಂಗ್ರಹಿಸುವಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿವೆ. ಆಹಾರಮೂಲವು ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವುದನ್ನು ಹೂವಿನ ವಾಸನೆಯಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು, ಆದರೆ ದೂರದ ಆಹಾರ ಮೂಲಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ವಾಸನೆಯಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ದುಂಬಿಗಳು ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹುಡುಕಬೇಕಾಗುವುದು.

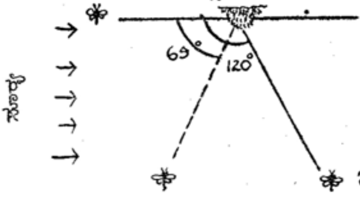
ಆಹಾರದ ಮೂಲವು 84 ಮೀಟರ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚುದೂರ ಇದ್ದಾಗ ಏಫಿಸ್ ಮಿಲ್ಲಿಫೆರ ವೃತ್ತಕುಣಿತಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಬಾಲ ಅಲ್ಲಾಡಿಸುವ ಕುಣಿತವನ್ನು (Tail wagging dance) ಮಾಡುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 2). ಇಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಆಹಾರ ಹುಡುಕಿದ ದುಂಬಿಯ ವಾಸನೆಯು ಇತರ ದುಂಬಿಗಳಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಮೂಲಕ್ಕೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಅಲ್ಲದೆ ಉತ್ಸಾಹಭರಿತ ನೃತ್ಯವು ಆಹಾರದ ಸಮೃದ್ಧತೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಹಾಗೆಯೇ, ಬಾಲ ಅಲ್ಲಾಡಿಸುವ ಕುಣಿತವು ಆಹಾರಮೂಲದ ದಿಕ್ಕು ಮತ್ತು ದೂರವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಸಂಪರ್ಕ ವಿಧಾನಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ನಿಖರತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ: ೨

ಜೇನುನೊಣವು ಹಿಂತಿರುಗಿದ ಮೇಲೆ ಗೂಡಿನ ಬಳಿ ಹೊಟ್ಟೆಯ ಹಿಂಭಾಗವನ್ನು ಪಕ್ಕದಿಂದ ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ಅಲ್ಲಾಡಿಸುತ್ತಾ ನೇರವಾಗಿ ಓಡುವುದು ; ಅನಂತರ ಅರ್ಧ ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಓಟ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದ ಸ್ಥಳವನ್ನು ತಲುಪಿ ತರುವಾಯ ನೇರವಾಗಿ ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಓಡಿ, ಅರ್ಧವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹಿಂತಿರುಗುವುದು. ದುಂಬಿಗಳು ಕುಣಿತದ ವೇಗವನ್ನು ಬದಲಿಸುತ್ತಾ ಆಹಾರಮೂಲದ ದೂರವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುವು. ಫ್ರಿಷ್‌ರವರ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಂತೆ ಗೂಡಿನಿಂದ ಸುಮಾರು 305 ಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ ಆಹಾರದ ಮೂಲವಿದ್ದಾಗ ದುಂಬಿಗಳು ಹದಿನೈದು ಪೂರ್ಣ ಬಾಲ ಕುಣಿಸುವ ನೃತ್ಯಗಳನ್ನು ಮೂವತ್ತು ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಡಿ ಮುಗಿಸುತ್ತಿದ್ದವು ; ಆದರೆ ಆಹಾರ 610 ಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ನೃತ್ಯಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಹದಿನೈದರಿಂದ ಹನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಇಳಿದುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರು.

ಹಾರ್‌ಲಡ್‌ಎಷ್ (Harlad Esch, 1955) ಫ್ರಿಷ್‌ರವರ ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ "ಬಾಲ ಕುಣಿಸುವ ನೃತ್ಯದ" ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಆಂಧೋಲಕ ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು (electro-magnetic Oscillograms) ಮತ್ತು ನೃತ್ಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಓಲಾಡುವಿಕೆಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣವಿರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರು. ಕುಣಿತದ ಕಾಲವು ನೇರ ಓಟಗಳೊಂದಿಗೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವುದು. ಈ ಕುಣಿತದಲ್ಲಿ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಸುದ್ದಿಯು ಜೇನುಗೂಡಿನ ಮೇಲೆ ನೇರಕುಣಿತದ ಭಂಗಿಯಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ನೇರಕುಣಿತದ ದಿಕ್ಕು ಆಹಾರಮೂಲದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಸೂರ್ಯನ ಲಕ್ಷ್ಯದ ನೇರದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವುದು. ಜೇನುನೊಣಗಳು ಆಹಾರ ದೊರೆಯುವ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಹಾರುವಾಗ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕನ್ನು ಗಮನಿಸುತ್ತಿದ್ದವು. ಪುನಃ ಗೂಡಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿದನಂತರ ನೇರ ಓಟಕ್ಕೂ ಸೂರ್ಯನ ದಿಕ್ಕಿಗೂ ಇರುವ ಕೋನದಲ್ಲೇ ಹಾರಿ ಬಂದ ನೊಣ ನಿಲ್ಲುತ್ತಿತ್ತು. ಉಳಿದ ನೊಣಗಳು ಗುಂಪುಗೂಡಿ ಹಾರಿಬಂದ ನೊಣದ ಹಿಂಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ದಿಕ್ಕಿನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಕೋನದಲ್ಲಿ(relative angle)ನಿಂತು ಅಲ್ಲಿಂದ ಹಾರುತ್ತಿದ್ದವು. ಕೀಟಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸಂಯುಕ್ತಾಕ್ಷಿ ಒಂದು ಶ್ರೇಷ್ಠ ದಿಕ್ಸೂಚಿ. ಜೇನು ನೊಣಗಳು ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕ ಸಲಕರಣೆಯಾದ ಕಾಲಮಾಪಕವನ್ನು (chronometer) ಹೊಂದಿವೆ. ಬಹು ದೂರದ ಹಾರಾಟದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ದಿಕ್ಕಿನ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಸರಿದೂಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ತಮ್ಮಲ್ಲೇ ಅಡಕವಾದ ಕಾಲದರಿವಿನ ಜ್ಞಾನೇಂದ್ರಿಯವನ್ನೂ ಹೊಂದಿವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಜೇನುನೊಣಗಳು ಹೊಟ್ಟೆಯ ಹಿಂಭಾಗವನ್ನು ಅಲ್ಲಾಡಿಸುವ ನೃತ್ಯವನ್ನು ಗೂಡಿನ ತೆರವಾದ ಸಮತಲ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಮಾಡುವುವು. ನೊಣಗಳು ಮುತ್ತಿರುವ ಕತ್ತಲೆಯ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಈ ಸುದ್ದಿಯ ಸಾಗಾಣಿಕೆಯು, ಸೂರ್ಯನನ್ನು ನೋಡುವ ಕೌಶಲವನ್ನು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಜ್ಞಾನ ಬಲವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಅದರಿಂದ ನೇರಮಾರ್ಗವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ಅತಿ ಚತುರ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ನಡೆಯುವುದು. ನೆಟ್ಟಗೆ ಊರ್ಧ್ವಮುಖವಾಗಿ ಗೂಡಿನ ಗೋಡೆಯ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಕುಣಿಯುವುದರಿಂದ ಸೂರ್ಯನ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುವು. ಒಂದು ವೇಳೆ ಕುಣಿಯುವ ನೊಣವು ನೆಟ್ಟಗೆ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಓಡಿದರೆ ಆಹಾರವು ಸೂರ್ಯನ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ಇದೆ ಎಂದು ಅರ್ಥ (ಚಿತ್ರ 3).



ಚಿತ್ರ: 3

ಗುರಿಯು ಸೂರ್ಯನ ಎಡಕ್ಕೆ 30° ಕೋನದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ನೇರ ಓಟವೂ ಲಂಬರೇಖೆಗೆ 30° ಕೋನದಲ್ಲಿರುವುದು. ಕೆಲಸಗಾರ ನೊಣಗಳು ಈ ಓಟವನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಹೊರ ಬಂದು ನೇರ ಓಟಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಸೂರ್ಯನ ದಿಕ್ಕನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸಿ ಈ ಕೋನವನ್ನು ಮಾರ್ಪಡಿಸಿ ಹಾರುವುವು. ಆಕಾಶವು ಮೋಡಗಳಿಂದ ತುಂಬಿದ್ದಾಗ ಮೋಡದ ಅಂಚಿನ ಕಿರುಬೆಳಕನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಸೂರ್ಯಾಭಿಮುಖವಾಗಿ ನಿಂತು ಆಹಾರವನ್ನು ಹುಡುಕಲು ಹಾರುವುವು.

ಆಹಾರ ಹುಡುಕುವ (ಬೇಹುಗಾರ) ನೊಣ ಹೊಟ್ಟೆಯ ಹಿಂಭಾಗವನ್ನು ಅಲ್ಲಾಡಿಸುವ ನೃತ್ಯದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಕೀಟಕರೆತದ ನಾದವನ್ನುಂಟು ಮಾಡಿ ದುಂಬಿಗಳನ್ನು ಉದ್ರೇಕಿಸುವುದನ್ನು ಎಷ್ ವೀಕ್ಷಿಸಿದರು. ದುಂಬಿಯು ಗೂಡಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿದನಂತರ ಮೌನ ನರ್ತನಮಾಡಿದರೆ ಬೇರೆ ದುಂಬಿಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಲು ಅಶಕ್ತ ವಾಗಿರುವುದೆಂಬುದನ್ನೂ ಗಮನಿಸಿದರು. ಇದರಿಂದ ಶಬ್ದವೂ ಸಹ ದುಂಬಿಗಳ ಸೇರ್ಪಡೆಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯಪಾತ್ರವಹಿಸುವುದೆಂದು ತಿಳಿಯಿತು.

ಬೇಹುಗಾರ ದುಂಬಿಯು ಗೂಡಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿದನಂತರ ಹೊಟ್ಟೆಯ ಹಿಂಭಾಗ ವನ್ನು ಅಲ್ಲಾಡಿಸುವ ಕುಣಿತ ಮಾಡುವುದು. ರೆಕ್ಕೆಗಳಿಂದ ಕಟಕಟ (bugging) ನಾದವನ್ನು ಮಾಡುವುದಲ್ಲದೆ ಸೇರಿರುವ ದುಂಬಿಗಳಿಗೆ ಆಹಾರದ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಕೊಡುವುದು. ಬೇಹುಗಾರ ನೊಣದ ದೇಹಕ್ಕೆ ಅಂಟಿರುವ ವಾಸನೆಯು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಹೂವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿ ಎನಿಸುತ್ತದೆ. ಉದ್ರೇಕಗೊಂಡ ದುಂಬಿಗಳು ಆಹಾರ ದೊರೆಯುವ ದಿಕ್ಕು, ದೂರಗಳನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಂಡ ತಕ್ಷಣ ಆ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಧಾವಿಸುವುವು. ದಿಕ್ಕನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಕೀಟಗಳಲ್ಲಿ ಸರ್ವೇ ಸಾಮಾನ್ಯ. ಇರುವೆಗಳು ಭೂಮಿ ಯೊಳಗಿನ ತಮ್ಮ ಗೂಡಿನಿಂದ ಹೊರಬಂದ ಮೇಲೆ ಸೂರ್ಯನನ್ನೇ ದಿಕ್ಸೂಚಕವನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುವು. ಏಕೆಂದರೆ ನೆಲದ ಮೇಲೆ ತಾವು ಬಿಟ್ಟ ಜಾಡುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಸದಾ ಬೀಸುತ್ತಿರುವ ಗಾಳಿಯಿಂದ ಅಳಿಸಿ ಹೋಗಿರುತ್ತವೆ, ಹೀಗಾದರೂ ನೇರದಾರಿಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಅದೇ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಸ್ವಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಹಿಂತಿರುಗುವುವು. ಸೂರ್ಯನ ಸ್ಥಾನ ಬದಲಾವಣೆಯೂ ಅವುಗಳಿಗೆ ಅಡ್ಡಿಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಎಷ್ಟೋ ಕೀಟಗಳು ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಶಕ್ತಿ ಯನ್ನೂ ಬೆಳಸಿಕೊಂಡಿವೆ. ಜೀರುಂಡೆಗಳಲ್ಲಿ (Beetles) ಇದನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸಿದೆ. ಜೀರುಂಡೆಗಳು ಸಮತಲ ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ದೀಪದ ಬೆಳಕಿನ ಕಡೆಗೆ ಚಲಿಸುವಾಗ ಮೇಜನ್ನು 90°ಗೆ ತಿರುಗಿಸಿ ದೀಪ ಆರಿಸಿದರೆ ಅವು ದೀಪದ ನೇರ ದಲ್ಲಿಯೇ ಮುಂದುವರಿಯುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಹಿಂದೆ ಬೆಳಕಿನ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸಿದ ಕೋನದ ಲಕ್ಷ್ಯದಂತೆಯೇ ಈಗ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಲಕ್ಷ್ಯವನ್ನು

ಪರಿವರ್ತನಗೊಳಿಸುವ ಕಾರ್ಯ ಅನೇಕ ಕೀಟಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕಸಿಸಿದೆಯಾದರೂ, ಜೇನುನೊಣ ಗಳಲ್ಲೇ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆದಿರುವುದು.

ಶಬ್ದದ ಮೂಲಕ ಸುದ್ದಿಸಂಪರ್ಕ : ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಕೀಟಗಳು ಶಬ್ದವನ್ನೇ ಸಂಜ್ಞೆ ಅಥವಾ ಸುದ್ದಿಸಂಪರ್ಕ ಸಾಧನವಾಗಿ ಬಳಸುವುವೆಂದೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಕೀಟಗಳು ಅನೇಕ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಶಬ್ದೋತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವುವು. ಅವುಗಳನ್ನು ಎರಡು ಪ್ರಧಾನ ಗುಂಪುಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು :

(ಅ) ದೇಹದಿಂದ ನೆಲವನ್ನು ತಟ್ಟುವಿಕೆ,
(ಆ) ದೇಹದ ಒಂದು ಭಾಗದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಭಾಗವನ್ನು ಉಜ್ಜುವಿಕೆ.

(ಅ) ದೇಹದ ಒಂದು ಭಾಗದಿಂದ ನೆಲವನ್ನು ತಟ್ಟಿ ಶಬ್ದೋತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡು ವುದನ್ನು ಇರುವೆ ಮತ್ತು ಗೆದ್ದಲು ಹುಳುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಗೂಡು ಒಂದು ವೇಳೆ ಅಪಾಯದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಬಾಗಿಲು ಕಾಯುತ್ತಿರುವ ಕಾವಲು ಇರುವೆ ಅದರ ತಲೆಯನ್ನು ಗೂಡಿನ ಗೋಡೆಯ ಮೇಲೆ ಬಡಿಯುವುದು. ಅನೇಕ ಇರುವೆಗಳು ಈ ಶಬ್ದ ಕೇಳಿ ಹೊರಬಂದು ಅತಿಕ್ರಮ ಪ್ರವೇಶದಾರಿಯನ್ನು ಮುತ್ತುವುವು.

(ಆ) ಎಷ್ಟೋ ಕೀಟಗಳು ತಮ್ಮ ದೇಹದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಉಜ್ಜಿ ಶಬ್ದೋತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡುವುವು. ದವಡೆಗಳು, ಸ್ಪರ್ಶಾಂಗಗಳು, ಹಣೆ, ಮೊಣಕಾಲು ಮೂಳೆ, ಹೊಟ್ಟೆ ಮುಂತಾದುವನ್ನು ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುವುದು. ಗ್ರೈಲಸ್ ಕೀಟ ಹಲ್ಲುಗಳಿಂದ ಮುಂದಿನ ರೆಕ್ಕೆಯ ಅಂಚನ್ನು ಉಜ್ಜುವುದರಿಂದ ಶಬ್ದೋತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಕೀಟದ ಧ್ವನಿಯ ಮಟ್ಟ ಮತ್ತು ವೇಗದ ಆವರ್ತ ಗಳು ವಾತಾವರಣದ ಉಷ್ಣತೆಗನುಗುಣವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಶಾರೀರಿಕ ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿಯೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಶಬ್ದದ ರೀತಿಯು ಕೀಟದ ಮನಃಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಹೀಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ಹೆಸರುಗಳಿಂದ ಕರೆದಿದ್ದಾರೆ :

(1) ಕರೆಯುವ ಹಾಡು (ಆಹ್ವಾನದ ಹಾಡು) (Calling song),
(2) ಎಚ್ಚರಿಸುವ ಅಥವಾ ಕಾದಾಟದ ಹಾಡು (Warning or fighting song),
(3) ಕೂಡುವ ಹಾಡು—(Mating song)
(4) ಪ್ರಿಯಾರಾಧನೆಯ ಹಾಡು (Courtship song).

ಗ್ರೈಲಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೆರೆಯುವ (scrapper) ಅಂಗಗಳಿಂದ ಶಬ್ದೋತ್ಪತ್ತಿಯಾ ಗುವುದು. ಶಬ್ದೋತ್ಪಾದನೆಯ ತಂತ್ರವನ್ನು ಅರ ಮತ್ತು ಉಜ್ಜುಯಂತ್ರ ರಚನೆಗಳೆಂದು ಕರೆಯುವರು. ಗಂಡುಕೀಟ ಕೂಡುವ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ತನ್ನ ರೆಕ್ಕೆ ಗಳನ್ನು 45° ಗಳಷ್ಟು ಮೇಲಕ್ಕೆತ್ತಿ ತಕ್ಷಣ ಕೆಳಗಿಳಿಸುವುದು. ಆಗ ಎಡರೆಕ್ಕೆಯ

ಹೆರೆಯುವ ಅಂಗ ಬಲರೆಕ್ಕೆಯ ಅಂಚನ್ನು ಉಜ್ಜುವುದರಿಂದ ಚಿರಪ್, ಚಿರಪ್ ಎಂಬ ಶಬ್ದ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಅದೇ ಜಾತಿಯ ಹೆಣ್ಣು ಕೀಟ ಈ ಕರೆಗೆ ಓಗೊಟ್ಟು ಧ್ವನಿ ಬಂದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಗಂಡು ತನ್ನ ಸ್ಪರ್ಶಾಂಗಗಳನ್ನು ಆಡಿಸುತ್ತಾ ಹೆಣ್ಣಿನ ಇರುವಿಕೆಯನ್ನು ತಿಳಿದು ಅದರತ್ತ ಮುಂದುವರೆಯುವುದು. ಈ ಚಲನೆಗಳ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಶಬ್ದದ ಮಟ್ಟವು ಕ್ಷೀಣಿಸುತ್ತಾ ಬರುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರಿಯಾರಾಧನೆಯ ಹಾಡು ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ರೀತಿಯ ಹಾಡಿನಲ್ಲಿ ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು 30°ಗಳಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಮೇಲೆತ್ತುವುದು. ಹೆಣ್ಣಿನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಪರವಾಗಿದ್ದರೆ ಧ್ವನಿಯ ಮಟ್ಟ ಇನ್ನೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬರುವುದು. ಈ ತೆರನಾದ ಶಬ್ದವೇ ಕೂಡುವ ಹಾಡು. ಒಂದು ವೇಳೆ ಬೇರೆ ಗಂಡು ಈ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಬಂದರೆ ಧ್ವನಿಯ ಮಟ್ಟವನ್ನು ತತ್‌ಕ್ಷಣ ಬದಲಾಯಿಸುವುದು. ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು 60°—65° ಗಳಿಗೆ ಏರಿಸಿ ತಕ್ಷಣ ಇಳಿಸಿ ಬಲವಾದ ಶಬ್ದವನ್ನು ಮಾಡುವುವು. ಇದೇ ಎಚ್ಚರಿಸುವ ಅಥವಾ ಕಾದಾಟದ ಹಾಡು. ಶಬ್ದೋತ್ಪಾದನೆಯು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿದ್ದು ವಿಜಾತೀತಳಿ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಅವಕಾಶ ವಿಲ್ಲ. ಸಿಕಾಡ ಹೆಮಿಪ್ಟೆರಾನ್ ಕೀಟವು ಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಶಬ್ದೋತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡುವುದು. ಅದರ ಶಬ್ದೋತ್ಪಾದನೆ ಅಂಗಕ್ಕೆ ಟಿಂಬಾಲ್ ಅಂಗ ಎನ್ನುವರು. ಟಿಂಬಾಲ್ ಎನ್ನುವುದು ಪಾರದರ್ಶಕ ಹೊರ ಆವರಣ ಭಾಗ, ಇದರ ತಳದಲ್ಲಿ ದಾರ ದಂತಹ ಸ್ನಾಯುಗಳು ಅಂಟಿಕೊಂಡಿವೆ. ಸ್ನಾಯುಗಳ ಸಂಕುಚಿತದಿಂದ ಪಾರದರ್ಶಕ ಹೊರ ಆವರಣವನ್ನು ಒಳಕ್ಕೆ ಎಳೆದಾಗ ಅದು ಬಗ್ಗಿ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಶಬ್ದ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಸ್ನಾಯುಗಳು ವಿಕಾಸವಾದಾಗ ಆವರಣವು ತನ್ನದೇ ಆದ ಸ್ಥಿತಿ ಸ್ಥಾಪಕತೆಯಿಂದ ಮೊದಲಿನ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರುವುದು.

ಮಿಣುಕುಹುಳುಗಳು ತಮ್ಮ ಸಂಗಾತಿಗಳನ್ನು ಬೆಳಕು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿ ಗುರುತಿಸು ವುವು. ಕೀಟಗಳು ಜೀವತೇಜೋವಾಹಿನಿಯ (bioluminiscence) ಕಾಲಾಂತರ ದಿಂದ ತಮ್ಮ ಸಂಗಾತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಲ್ಲವು.

ಅಂತಿಮವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಸಣ್ಣ ಜೀವಿಗಳಾದ ಈ ಕೀಟಗಳಿಗೆ ಹಲವು ವಿವಿಧ ಸುದ್ದಿ, ಸಂಪರ್ಕಗಳು ಯುಕ್ತವೆನಿಸಿವೆ. ಈವರೆವಿಗೂ ಪರಿಶೋಧಿಸಿರುವುದು ಈ ಇಡೀ ಅದ್ಭುತದ ಕೇವಲ ಲವಲೇಶ ಮಾತ್ರ. ಆದರೆ ನಾವು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡಿರು ವುದು ಕೀಟಗಳಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ವಿಶಾಲವಾದ ಸುದ್ದಿಸಂಪರ್ಕ ವಿಧಾನವೇನೆಂಬುದನ್ನು ಮಂದಟ್ಟುಮಾಡಿಕೊಡಲು ಸಾಕಷ್ಟಿದೆ. ಇದನ್ನು ನಾವು ಕೀಟಗಳ ಭಾಷೆ ಎಂದು ಕರೆಯೋಣ.*

---

* [ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮೂಲ "The Language of the Insects"; Prof. V. K. Thakre]

[ಈ ಲೇಖನವನ್ನು ಭಾಷಾಂತರಿಸಲು ಸೂಚಿಸಿ, ಪ್ರತಿಯನ್ನು ತಿದ್ದಿ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾದ ಡಾ. ಗೋವಿಂದರಾಜುಲು ಅವರಿಗೆ ನನ್ನ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು]

ಬಿ. ಎಸ್. ಸತ್ಯನಾರಾಯಣಸ್ವಾಮಿ

ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳು

(ಕಳೆದ ಸಂಚಿಕೆಯಿಂದ ಮುಂದುವರೆದುದು)

3. ವಾಯುಚಿತ್ರ ಅಧ್ಯಯನ
(Airphoto Studies)

ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದ ವಿಶೇಷ ರೀತಿಯ ಚಿತ್ರನಕ್ಷೆಯನ್ನೂ ಮತ್ತು ಸ್ವರೂಪಗಳ ತ್ರಿಗಾತ್ರ ಮಾದರಿಯನ್ನೂ ಒದಗಿಸುವುದರಿಂದಲೂ ಅಲ್ಲದೆ ಅವುಗಳ ಇತರ ಅನೇಕ ಬಳಕೆಗಳಿಂದಾಗಿ ಅವುಗಳ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಅಧ್ಯಯನ ಬಹಳ ಅಮೂಲ್ಯವೆನಿಸಿದೆ. ಬರಿಗಣ್ಣಿನಿಂದಾಗಲೀ, ಭೂತಕನ್ನಡಿಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಸರಳ ಹಾಗೂ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತ ಯಂತ್ರೋಪಕರಣಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದಾಗಲೀ, ಏಕಚಿತ್ರ, ಸಂಯುಕ್ತಚಿತ್ರ, ಚಿತ್ರಶ್ರೇಣಿ ಅಥವಾ ಅವಳಿ, ತ್ರಿವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣ, ರೂಪರೇಖೆಗಳನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿ (Photo reading) ಅವುಗಳ ಅರ್ಥ ಮತ್ತು ಮಹತ್ವವನ್ನು ವಿಮರ್ಶಿಸಬೇಕು.

ವಾಯುಚಿತ್ರ ಅಧ್ಯಯನ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧ ಹೊಂದಿರತಕ್ಕ ಎರಡು ವಿಷಯಗಳ ಸಮನ್ವಯ ಅವು ಯಾವುವೆಂದರೆ :

(1) ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ (analysis) – ಚಿತ್ರಗಳ ಅವಲೋಕನೆ (observation), ವಿಷಯಸಂಗ್ರಹಣೆ ಅಳತೆ ಮತ್ತು ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು (identification) ಮತ್ತು (2) ನಿರೂಪಣೆ (Interpretation) ಹೀಗೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ವಿಷಯಗಳ ಸಂದರ್ಭೋಚಿತ ಅರ್ಥಕಲ್ಪನೆ, ಮಹತ್ವ, ತೊಡಕುಗಳು ಮತ್ತು ನಿಬಂಧನೆ ಅಥವಾ ಮಿತಿ (limitations) ಇವುಗಳ ವಿವರಣೆ.

ಚಿತ್ರವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು ಚಿತ್ರನಿರೂಪಣೆಗೆ ಮುಂಚಿತವಾಗಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕೆಲವು ಅಗತ್ಯವಾದ ಅಂಶಗಳನ್ನು ವಿವರವಾಗಿ ತಿಳಿಯುವುದು ಬಹುಮುಖ್ಯ.

ನೇರಚಿತ್ರಗಳ ಅಥವಾ ಅವುಗಳಿಂದ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದ ಸಂಯುಕ್ತ ಅಥವಾ ಶ್ರೇಣಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಚಿತ್ರೀಕರಣಗೊಂಡಿರುವ ಭೂಭಾಗದ ಅನೇಕ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಮತ್ತು ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣ, ಆಕಾರ, ಅಳತೆ, ಪರಸ್ಪರ ಅನುಸ್ಥಾನ (orientation) ಸಂಬಂಧ ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಪ್ರದೇಶಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಲು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ನೆಲೆಗಳನ್ನು ಗೊತ್ತುಮಾಡುವುದು;ನದೀಪಾತ್ರ, ಜಲಾಶಯ ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವುದು, ಅಲ್ಲದೆ ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಅಧ್ಯಯನ, ಸ್ಥಳಪರಿಶೀಲನೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಮಾಣಬದ್ಧ ನಕ್ಷೆ ತಯಾರಿಕೆ ಇವು ಸಾಧ್ಯ.

ಓರೆಚಿತ್ರಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯು ವಿಶಾಲವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ನೇರಚಿತ್ರಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ನಿರೂಪಣಾಯುಕ್ತ(illustrative)ವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ಭೂಭಾಗವು ವಿಷಮಭುಜ ಚೌಕೋನಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಡುವ ಕಾರಣ ಸ್ವರೂಪಗಳ ವಿವರವಾದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆಯು ಕೆಳ ಅಂಚಿನಿಂದ ಮೇಲಂಚಿನ ಕಡೆಗೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಬೆಟ್ಟಗಳ ಸಾಲುಗಳು, ಕಟ್ಟಡಗಳು ಅವುಗಳ ಅಕ್ಕಪಕ್ಕ ಮತ್ತು ಹಿಂಭಾಗದ ಅನೇಕ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಮರೆಮಾಡುವುದರಿಂದ ಮತ್ತು ಹಿಂಭಾಗದಲ್ಲಿ (background) ಭೂಭಾಗದ ಎತ್ತರ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಸಂಕುಚಿಸುವುದರಿಂದ ಓರೆ ಚಿತ್ರಗಳು ಸ್ವರೂಪಗಳ ಆಕಾರ ಅಳತೆಗಳ ನಿರ್ಣಯ ಮತ್ತು ನಕ್ಷೆ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುವುದಿಲ್ಲ.

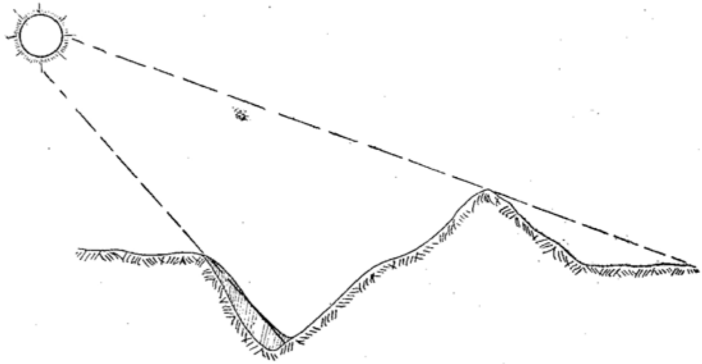
ಈ ಮೇಲಿನ ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ ಮುಂದೆ ವಿವರಿಸುವ ಎಲ್ಲಾ ಅಂಶಗಳೂ ನೇರ ಚಿತ್ರಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸಂಬಂಧಿಸಿವೆ.

ಅಧ್ಯಯನದ ಮುಖ್ಯ ಅಂಶಗಳು :

1. ಅನುಸ್ಥಾಪನೆ (Orientation of photographs)

ವಾಯುಚಿತ್ರ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಮೊದಲು ಅದರಲ್ಲಿನ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು (bearing) ನಿರ್ಣಯಿಸಬೇಕು. ಇದನ್ನು ಸ್ವರೂಪಗಳ ನೆರಳಿನ ದಿಕ್ಕುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಿರ್ಣಯಿಸಿ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಅನುಸ್ಥಾಪನೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಸ್ವರೂಪಗಳ ನೆರಳು ಯಾವಾಗಲೂ ವೀಕ್ಷಕನ ಕಡೆಗೆ ಬಿದ್ದಿರುವಂತೆ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಕೈಲಿ ಹಿಡಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು, ಅಥವಾ ಮೇಜಿನ ಮೇಲಾಗಲೀ, ಯಂತ್ರೋಪಕರಣಗಳಲ್ಲಾಗಲೀ ಜೋಡಿಸಬೇಕು (ಚಿತ್ರ 21). ಇದಕ್ಕೆ ಅನುಸ್ಥಾಪನೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಹೀಗೆ ಅನುಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವರೂಪಗಳು ತಮ್ಮ ನೈಜಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ (upright position/orthoscopic view) ಕಾಣಬರುತ್ತವೆ.

ಆದರೆ ವಾಯುಚಿತ್ರವನ್ನು ಅದರಲ್ಲಿನ ಸ್ವರೂಪಗಳ ನೆರಳು ವೀಕ್ಷಕನಿಗೆ



ಚಿತ್ರ 21. ಸ್ವರೂಪಗಳ ನೆರಳಿನ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಅನುಸ್ಥಾಪನೆ ಮಾಡಬೇಕು

ಅಭಿಮುಖವಾಗಿ ಬಿದ್ದಿರುವಂತೆ ಅನುಸ್ಥಾಪಿಸಿದಲ್ಲಿ ಉಬ್ಬುತಗ್ಗುಗಳು ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ (upsidedown) ಅಂದರೆ ಉಬ್ಬುಗಳು ತಗ್ಗಿನಂತೆಯು ತಗ್ಗುಗಳು ಎತ್ತರ ಪ್ರದೇಶಗಳಂತೆಯೂ ಕಾಣಬರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಬೆಟ್ಟದ ಸಾಲುಗಳು ಮತ್ತು ಪರ್ವತ ಶ್ರೇಣಿಗಳು ಆಳವಾದ ಕಣಿವೆಗಳಂತೆಯೂ, ಕಟ್ಟಡಗಳು ಮತ್ತು ಗಿಡಮರಗಳು, ದೊಗರು ಅಥವಾ ಗುಂಡಿಗಳಂತೆಯೂ, ಕಣಿವೆ ಕಂದರಗಳು ಮತ್ತು ತಗ್ಗು ಪ್ರದೇಶಗಳು ಗುಡ್ಡ ದಿಬ್ಬಗಳಂತೆಯೂ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಅಸ್ವಾಭಾವಿಕ ದೃಶ್ಯಕ್ಕೆ ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬ ಅಥವಾ ಮಿಥ್ಯಾದೃಶ್ಯ (Inverted or pseudoscopic view) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ಸ್ಥಳೀಯ ಉಬ್ಬುತಗ್ಗುಗಳನ್ನು (micro relief) ಗುರುತಿಸಲು ಮಿಥ್ಯಾದೃಶ್ಯ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಅನುಸ್ಥಾನ್ನದಿಶೆಯಿಂದ ಸುಮಾರು 200° ಅಂಶಗಳಷ್ಟು ಅದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ತಿರುಗಿಸಿ ವೀಕ್ಷಿಸಬೇಕು.

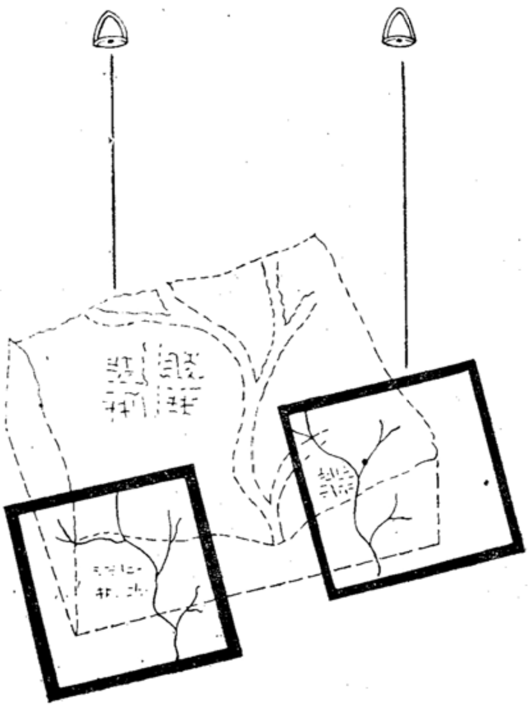
2. ತ್ರಿಗಾತ್ರ ಅಥವಾ ಘನರೂಪ ವೀಕ್ಷಣೆ (Stereoscopy)

ನಾವು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳಿಂದ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ಅದು ಅದರ ಉದ್ದ ಅಗಲ ದಪ್ಪಗಳಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ತ್ರಿಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ (3–D) ಅಥವಾ ಘನರೂಪದಲ್ಲಿ (solid) ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಾವು ನೋಡುವ ರೇಖಾಚಿತ್ರಗಳು, ವರ್ಣಚಿತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳು ತಮ್ಮ ದ್ವಿಗಾತ್ರ (2–D)ದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಕಾಣಬರುತ್ತವೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಅವುಗಳ ಎತ್ತರ, ದಪ್ಪ ಅಥವಾ ಆಳ ಕಾಗದದ ಸಮತಲ (plane of the paper)ದೊಡನೆ ವಿಲೀನ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ (reduced).

ಅಂತೆಯೇ ವಾಯುಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಸ್ವರೂಪಗಳು ದ್ವಿಗಾತ್ರ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಚಪ್ಪಟೆ (flat)ಯಾಗಿ ಮೂಡಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ನೇರಚಿತ್ರಗಳು ಅಥವಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಅನೇಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ನಾವು ಗ್ರಹಿಸಬಹುದಾದರೂ ಬೆಟ್ಟಗುಡ್ಡಗಳು, ಕಟ್ಟಡಗಳು, ಗಿಡಮರಗಳ ಎತ್ತರ, ಕಣಿವೆ ಕಂದರಗಳ ಆಳ ಮುಂತಾದವನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗರನ್ನು ಕೆಲವು ವಿಶೇಷ ಉಪಕರಣಗಳ ಮೂಲಕ ವೀಕ್ಷಿಸಿ ಆ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ತ್ರಿಗಾತ್ರ ಅಥವಾ ಘನರೂಪದಲ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಘನರೂಪ ವೀಕ್ಷಣೆ (stereoscopy) ಎಂದೂ ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಉಪಕರಣಕ್ಕೆ ಘನರೂಪದರ್ಶಕ (stereoscope) ಎಂದೂ ಹೆಸರು.

3. ಘನರೂಪ ದೃಶ್ಯ (Stereovision)

ಒಂದು ಜತೆ ಅವಳಿಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಅವುಗಳೆರಡರಲ್ಲಿಯೂ ಗ್ರಹಿಸಿರುವ ಯಾವು



ಚಿತ್ರ 22. ಘನರೂಪ ಮಾದರಿ (ದೃಷ್ಟಿಭ್ರಮೆ)

ದಾದರೊಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಎಡದಿಂದ ಬಲಕ್ಕೆ ಒಂದೇ ನೇರದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 2 ರಿಂದ 2½ ಅಂಗುಲಗಳ ಅಂತರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಜೋಡಿಸಿ ಒಂದೊಂದು ಬಿಂಬವನ್ನೂ ಒಂದೊಂದು ಕಣ್ಣಿನಿಂದ ನೇರವಾಗಿ ದೃಷ್ಟಿಸಿದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಬಿಂಬಗಳು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ದೃಗಂತರ (amounts of horizontal parallax) ಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಮೂಡಿಬರುತ್ತವೆ. ಎಡಭಾಗದ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿರುವ ದೃಷ್ಟಿಕಿರಣಗಳೂ ಮತ್ತು ಬಲಭಾಗದ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿರುವ ದೃಷ್ಟಿಕಿರಣಗಳೂ ಸಂಧಿಸಿದಾಗ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ದೃಷ್ಟಿಭ್ರಮೆ (optical illusion)ಯುಂಟಾಗಿ ನಮಗೆ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿರೂಪವು ಶೂನ್ಯದಲ್ಲಿ ತ್ರಿಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಂಡಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥಾ ಭಾವನಾ ಪ್ರತಿರೂಪಕ್ಕೆ ಘನರೂಪ ಭ್ರಮೆ ಅಥವಾ ಘನರೂಪ ಮಾದರಿ (Stereomodel) ಎಂದು ಹೆಸರು (ಚಿತ್ರ 22).

ಕೆಲವರಿಗೆ ಘನರೂಪ ದೃಶ್ಯ ಸುಲಭವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದಲ್ಲಿ ಮಿಥ್ಯಾದೃಶ್ಯ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇನ್ನು ಕೆಲವರಿಗೆ ಘನರೂಪ ದೃಶ್ಯದ ಊಹೆ ಅಥವಾ ಕಲ್ಪನೆಯೇ ಇರದೆ ಘನರೂಪ ವೀಕ್ಷಣೆಯ ಪ್ರಯತ್ನದಿಂದ ಅವರ ಕಣ್ಣುಗಳು ಆಯಾಸಗೊಳ್ಳಬಹುದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಘನರೂಪ ಮಾದರಿಯು ರೂಪಗೊಳ್ಳಲು ಕೆಲವೇ ಕ್ಷಣಗಳು ಅಥವಾ ನಿಮಿಷಗಳಾದರೂ ಬೇಕಾದೀತು. ಆದುದರಿಂದ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳ ಘನರೂಪ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಅನುಭವ ಅತ್ಯಗತ್ಯ. ಈ ರೀತಿಯ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಅನೇಕ ಬಗೆಯ ಘನರೂಪದರ್ಶಕಗಳು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿವೆ.

4. ಘನರೂಪದರ್ಶಕಗಳು (Stereoscopes)

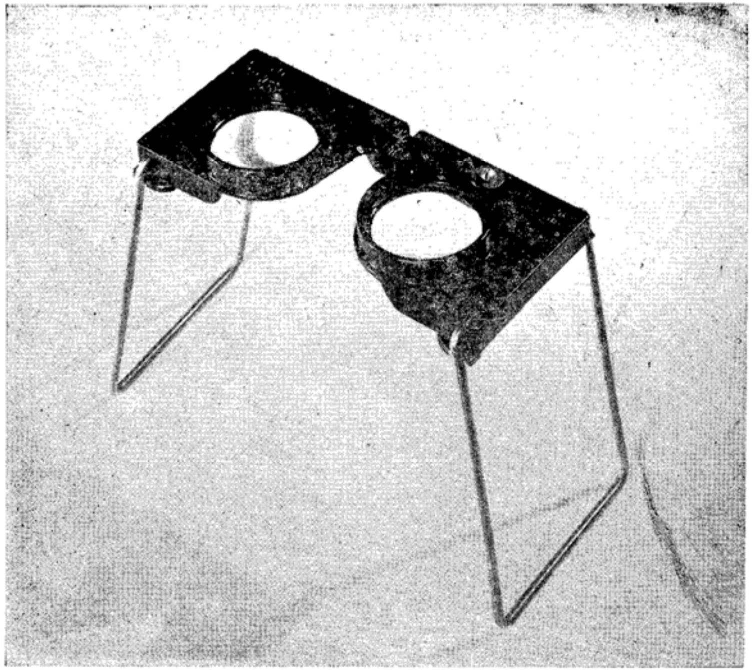
ಘನರೂಪದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಬಗೆಗಳಿವೆ. ಕೆಲವು ಬಹು ಸರಳ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಬಹಳ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು ಮಸೂರ ಘನರೂಪ ದರ್ಶಕ ಮತ್ತು ದರ್ಪಣ ಘನರೂಪ ದರ್ಶಕಗಳು. ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲ ಘನರೂಪದರ್ಶಕವು ಮಸೂರ ಮಾದರಿಯದು. ಇದನ್ನು 1852ರಲ್ಲಿ ಬ್ರೆವ್‌ಸ್ಟರ್ (Brewster) ಎಂಬಾತನು ನಿರ್ಮಿಸಿದನು. 1856ರಲ್ಲಿ ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟೋನ್ (Charles Wheatstone) ಘನರೂಪದರ್ಶಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿನ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಘನರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸುವಂತಾಗಿಸುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಅವುಗಳ ಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನೂ ಸಹ ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದೆಂದು ಸ್ಥಿರಪಡಿಸಿದನು. ಈ ರೀತಿ ತ್ರಿಗಾತ್ರ ಅಥವಾ ಘನರೂಪಮಾಪಕ(Stereometers)ಗಳು ನಿರ್ಮಿತವಾದವು.

1857ರಲ್ಲಿ ಹೆಲ್ಮ್‌ಹೋಲ್ಟ್ಸ್ (Helmholtz) ದುರ್ಬೀನುಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲ ದರ್ಪಣ ಘನರೂಪ ದರ್ಶಕವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದನು. ಇದಕ್ಕೆ ದೂರದರ್ಶಿ ಘನರೂಪದರ್ಶಕ (Tele stereoscope) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದನ್ನು 1899ರಲ್ಲಿ

ಜರ್ಮನಿಯ ಜೈಸ್ ದೃಗ್‌ಉಪಕರಣಗಳ ಕಾರ್ಖಾನೆ(Zeiss Optical Works Jena)ಯ ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಪುಲ್‌ಫ್ರಿಚ್ (Charles Pulfrich) ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ. 1901ರಲ್ಲಿ ಘನರೂಪದರ್ಶಕವನ್ನು ನೆಲದ ಮೇಲಿನಿಂದ ತೆಗೆದ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ (ground photos) ಅಳತೆ, ಪ್ರಮಾಣ ನಿರ್ಣಯಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅದರಿಂದ ಕರಾರುವಾಕ್ಕು ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದಕ್ಕೂ, ಅಲ್ಲದೇ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೂ ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತಹ ವಿಶೇಷ ತ್ರಿಗಾತ್ರ ಮಾಪಕ ವನ್ನೂ ನಿರ್ಮಿಸಿದನು. ಇದೇ ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧವಾದ ಘನರೂಪ ಸಾಮ್ಯತಾ ದರ್ಶಕ (Stereo Comparator). ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಇದರ ಉಪಯೋಗ ಬಹು ಮಿತವಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಮುಂದೆ ನಿರ್ಮಿಸಲಾದ ಎಲ್ಲಾ ಘನರೂಪಮಾಪಕ ಗಳೂ ಪುಲ್‌ಫ್ರಿಚ್‌ನ ಉಪಕರಣದ ತತ್ವದ ಆಧಾರವನ್ನೇ ಹೊಂದಿವೆ ಎಂಬ ಅಂಶ ವನ್ನು ಮರೆಯಬಾರದು. ಹೀಗಾಗಿ ಪುಲ್‌ಫ್ರಿಚ್ ಆಧುನಿಕ ಘನರೂಪ ಚಿತ್ರ ಮಾಪನದ ಜನಕ(father of stereophotogrammetry)ನೆಂದು ಹೆಸರುವಾಸಿ ಯಾಗಿದ್ದಾನೆ.

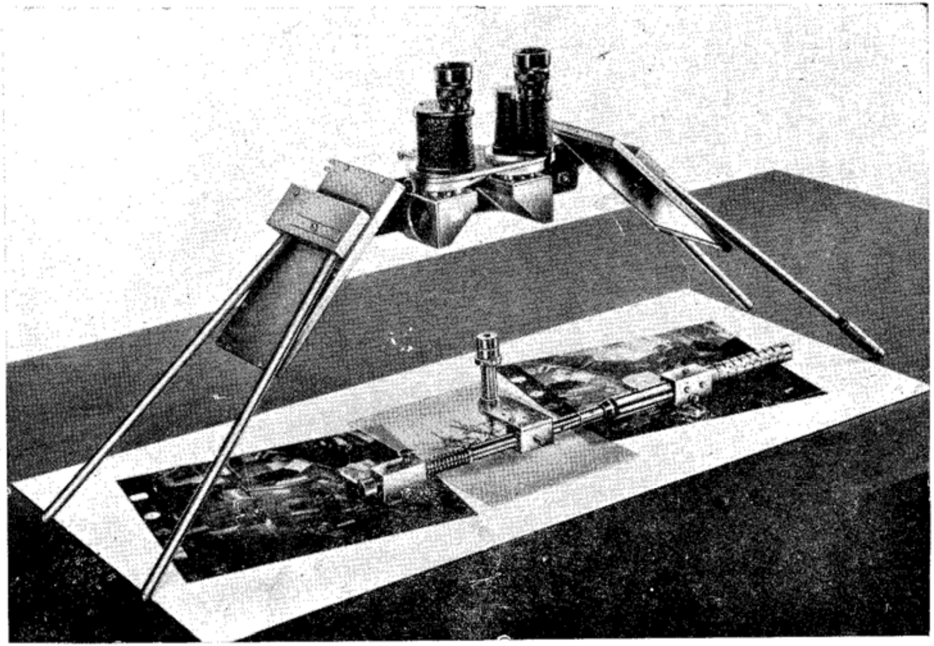
1. ಮಸೂರ ಘನರೂಪದರ್ಶಕ (Lens Stereoscope)

ಇದರಲ್ಲಿ ×2 ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ವೃದ್ಧಿಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸುಮಾರು ಒಂದು ಅಂಗುಲ ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ಎರಡು ದೃಗ್‌ಶುದ್ಧ (optically corrected) ಮಸೂರ ಗಳನ್ನು ದೃಗಂತರ ತತ್ವದ (parallax principle) ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ $2\frac{1}{2}$ ಅಂಗುಲ ಗಳ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ದೃಢವಾದ ಆದರೆ ಹಗುರವಾದ ವೀಕ್ಷಕನ ಮೂಗಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳು ವಂಥ ಎರಡು ಕೊನೆಗಳಲ್ಲೂ ಎರಡೆರಡು ಮಡಿಸುವ ಕಾಲುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಲೋಹದ ಅಥವಾ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್‌ನ ಕನ್ನಡಕ ಮಾದರಿಯ ಕಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ (ಚಿತ್ರ 23). ಕಛೇರಿಗಳಲ್ಲಿ, ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗಳ ಅಥವಾ ಹೊರಾಂಗಣದಲ್ಲಿ (outdoor) ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ಇದು ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಕಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚುಶ್ರಮವಾಗದಂತೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿನ ಅನುರೂಪ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು (corresponding images) ಒಂದೇ ನೇರದಲ್ಲೂ, ಮಸೂರಗಳು ಚಿತ್ರತಲದಿಂದ ಸಮದೂರದಲ್ಲಿರುವಂತೆಯೂ ಮತ್ತು ವೀಕ್ಷಕನ ಅಗತ್ಯ ಗಳಿಗನುಗುಣವಾಗಿ ಸಂಗಮದೂರವಿರುವಂತ ಕಾಲುಗಳನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಿ, ಅನುಸ್ಥಾಪಿ ಸಿದ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಮೇಲಿಟ್ಟು ಎರಡೂ ಕಣ್ಣುಗಳಿಂದ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿದಲ್ಲಿ ಅವು ಘನರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುತ್ತವೆ. ಉಪಕರಣವನ್ನು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಅತ್ತಿತ್ತ ಜರುಗಿಸಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಭಾಗಶಃ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಆ ಭೂಭಾಗದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು ನಿರೂಪಣೆಯನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು.



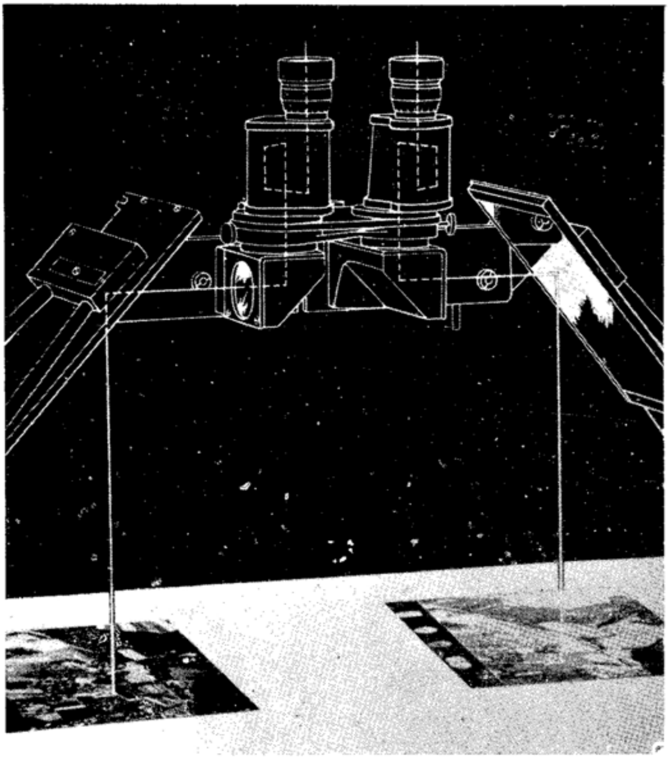
ಚಿತ್ರ 23. ಮಸೂರ ಘನರೂಪದರ್ಶಕ

[ಕ್ಯಾಸೆಲ್ಲಾರವರ ಕೃಪೆ]



ಚಿತ್ರ 24. ದರ್ಪಣ ಘನರೂಪ ದರ್ಶಕ ಮತ್ತು ಘನರೂಪ ಮಾಪಕ

[ಜೈಸ್ ಏರೋಟೋಪ್‌ಗ್ರಾಫ್‌ರವರ ಕೃಪೆ]



ಚಿತ್ರ 25. ದರ್ಪಣ ಘನರೂಪ ದರ್ಶಕದ ರಚನೆ ಮತ್ತು ತ್ರಿಗಾತ್ರ ವೀಕ್ಷಣೆ

2. ದರ್ಪಣ ಘನರೂಪ ದರ್ಶಕ (Mirror Stereoscope)

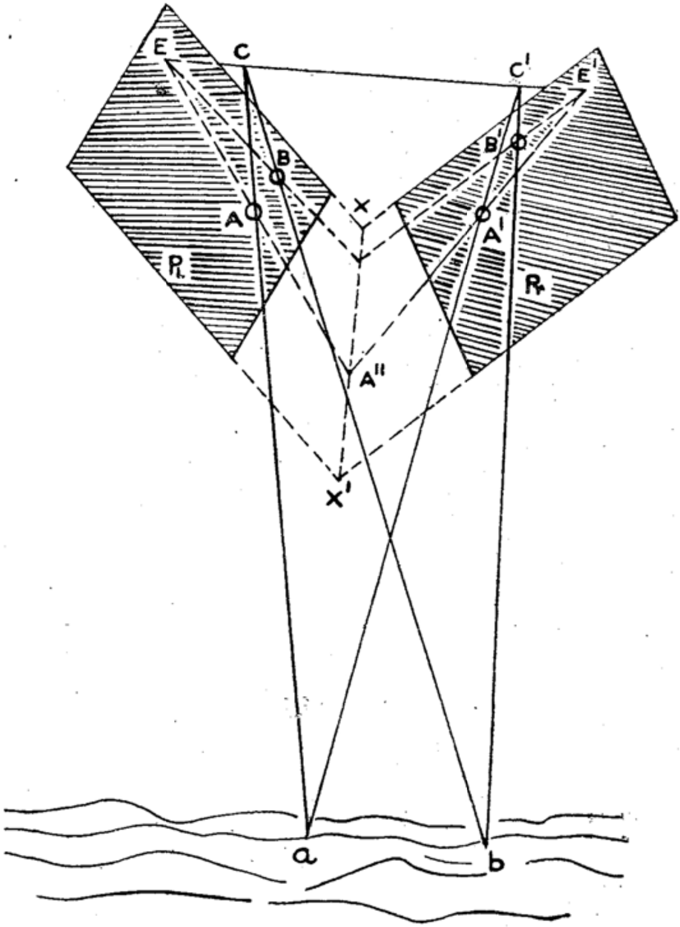
ಈ ಉಪಕರಣವು ವಿಶಾಲ ದೃಷ್ಟಿಕ್ಷೇತ್ರ(field of view)ವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು ಶೇಕಡ 60ರಷ್ಟು ಮುಚ್ಚಣೆಯಿರುವ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆ, ಅಳತೆ ಮತ್ತು ನಿರೂಪಣೆಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿದೆ (ಚಿತ್ರ 24). ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ನಾಲ್ಕು ಇಳಿಜಾರು ಕಾಲುಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಒಂದು ಲೋಹದ ಚೌಕಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಜತೆ ಶ್ರೇಷ್ಠಮಟ್ಟದ ಸಮತಲ ದರ್ಪಣಗಳು, ಒಂದು ಜತೆ ಪ್ರತಿಫಲನಾ ಪಟ್ಟಕ (reflecting prisms) ಮತ್ತು ಒಂದು ಜತೆ ×4 ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯ ದೃಗ್‌ಶುದ್ಧ ಮಸೂರಗಳನ್ನೂ ಅಳವಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಸ್ಥಿರ ವಾಗಿರಿಸಲು ನಾಲ್ಕು ಕಾಲುಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದರ ಉದ್ದವನ್ನು ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವ ಏರ್ಪಾಡೂ ಇರುತ್ತದೆ.

ದರ್ಪಣ ಘನರೂಪದರ್ಶಕದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಜತೆ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ದರ್ಪಣಗಳು ಒಂದೊಂದು ಕಣ್ಣಿಗೂ ಒಂದೊಂದು ವಾಯುಚಿತ್ರದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲನ ಪಟ್ಟಕಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಮೇಲಿರುವ ಮಸೂರಗಳ ಮುಖಾಂತರ ನೀಡುತ್ತವೆ. ಮಸೂರಗಳ ಅಂತರವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಣ್ಣುಗಳ ಅಂತರದಷ್ಟೇ (interocular distance) ಇರುವುದರಿಂದ ಎರಡೂ ಪ್ರತಿ ಬಿಂಬಗಳು ಸಂಧಿಸಿ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿನ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಘನರೂಪ ಭ್ರಮೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡು ತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ 25). ಮಸೂರಗಳ ಮೇಲೆ ದುರ್ಬೀನುಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಲ್ಲಿ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಬಹಳ ಸಮೀಪದಲ್ಲೇ ಕಂಡಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 24).

ಘನರೂಪ ದರ್ಶಕದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಅನುಸ್ಥಾಪನೆ, ವೀಕ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಯಥಾರ್ಥ ಘನರೂಪದರ್ಶನದ ಪುನರ್ರಚನೆ ಅತ್ಯವಶ್ಯಕ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಘನರೂಪ ದೃಶ್ಯದ ಜ್ಯಾಮಿತಿಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ತಿಳಿದಿರುವುದು ಅವಶ್ಯಕ.

ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಜ್ಯಾಮಿತಿ ಬಾಂಧವ್ಯ (Geometrical relationship)

ಶೇಕಡ60 ರಷ್ಟು ಮುಚ್ಚಣೆಯಿರುವ ಒಂದು ಜತೆ ಅವಳಿ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಆಕಾಶ ಸಮತಲಕ್ಕೆ (air base) ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುವ ಸಮತಲದಿಂದ ತೆಗದಾಗ ಅವು ಒಂದು ಸಹ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ (basal co-plane) ಚಿತ್ರಿತವಾಗಿದೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ಆಗ ಚಿತ್ರ 26ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ CC'ಗಳು ಚಿತ್ರಗ್ರಾಹಕನೆಲೆಗಳು. Pl, Pr ಗಳು ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ a ಬಿಂದುವಿನ ಎರಡು ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಗಳು Pl ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ Aನಲ್ಲಿಯೂ Pr ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ A' ನಲ್ಲಿಯೂ ಅನುರೂಪ ಬಿಂದು (corresponding points)ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು Pl, Pr ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ A ಮತ್ತು A' CC' a ಸಮತಲದಲ್ಲಿಯೂ, ಭೂಮಿಯ



ಚಿತ್ರ 26. ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಜ್ಯಾಮಿತಿ ಬಾಂಧವ್ಯ

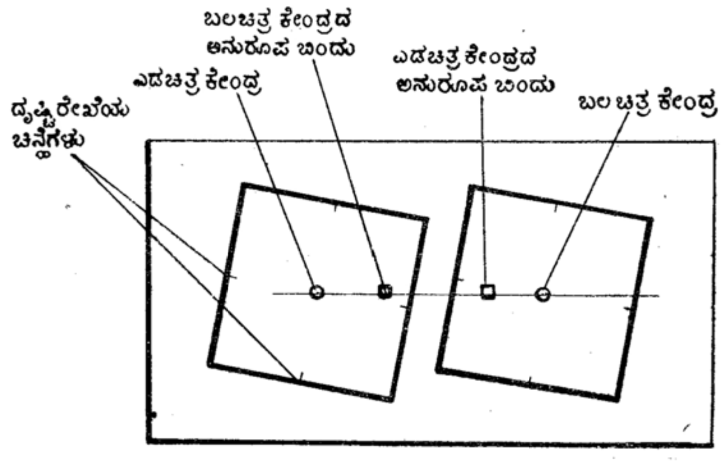
ಮೇಲಿನ ಮತ್ತೊಂದು b ಬಿಂದುವಿನ ಅನುರೂಪ ಬಿಂದುಗಳು B ಮತ್ತು B', $CC'b$ ಸಮತಲದಲ್ಲಿಯೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರಗ್ರಾಹದನೆಲೆ CC'ಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ರೇಖೆಗೆ ಧೃವೋಪರಿ ಅಕ್ಷ (epipolar axis) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಅಕ್ಷವನ್ನು ವೃದ್ಧಿಸಿದಲ್ಲಿ ಅದು ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳ ಸಮತಲ (photo base)ಗಳನ್ನು E ಮತ್ತು E'ಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬಿಂದುಗಳಿಗೆ ಧೃವೋಪರಿ ಬಿಂದುಗಳೆಂದು (epipoles)

ಹೆಸರು. EA ಮತ್ತು $E'A'$ ಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ರೇಖೆಗಳಿಗೆ ಧೃವೋಪರಿಕಿರಣಗಳು (epipolar rays) ಎಂದು ಹೆಸರು. XX' ಎರಡೂ ವಾಯು ಚಿತ್ರಗಳ ಅಂಚುಗಳು ಸಂಧಿಸ್ಸುವ ರೇಖೆ. EA ಮತ್ತು $E'A'$ ಧೃವೋಪರಿ ಕಿರಣ ಗಳನ್ನು ವೃದ್ಧಿಸಿದಾಗ ಅವು XX'ನ್ನು A''ನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತವೆ. EE' ಮತ್ತು AA' ಮತ್ತು A''ಗಳು ಒಂದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ($EE'A''$) a ಬಿಂದುವಿನ ಧೃವೋಪರಿ ಸಮತಲ (epipolar plane) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದರಿಂದ ಒಂದು ಜತೆ ಅನುರೂಪ ಬಿಂದುಗಳ ಧೃವೋಪರಿ ಕಿರಣಗಳ ಬಾಂಧವ್ಯವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದಂತಾಯಿತು.

ಮೇಲಿನ ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಧೃವೋಪರಿ ಕಿರಣಗಳು ತಕ್ಕ (appropriate) ಧೃವೋಪರಿ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಅನುಸ್ಥಾಪನೆ (orientation) ಮಾಡಬೇಕು.

ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಅನುಸ್ಥಾಪನೆ (Orientation)

ಮೊದಲು ಎರಡೂ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಚಿತ್ರಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು (principal points) ಅವುಗಳ ದೃಷ್ಟಿರೇಖೆಯ ಗುರುತುಗಳನ್ನು (fiducial marks) ಸೇರಿಸುವುದರಿಂದ ಗುರುತಿಸಿ, ಎಡಚಿತ್ರದ ಕೇಂದ್ರದ ಅನುರೂಪ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು (corresponding point) ಬಲಚಿತ್ರದಲ್ಲೂ, ಬಲಚಿತ್ರದ ಅನುರೂಪ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಎಡಚಿತ್ರದಲ್ಲೂ ಗುರುತಿಸಿ ಈ ನಾಲ್ಕೂ ಬಿಂದುಗಳೂ ಒಂದೇ ಸರಳ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು

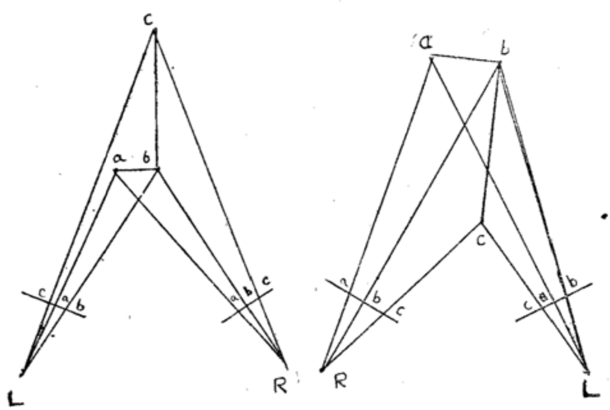


ಚಿತ್ರ 27. ಘನರೂಪ ವೀಕ್ಷಣೆಗೆ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಅನುಸ್ಥಾಪನೆ

ಜೋಡಿಸಿ ಅವುಗಳ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಸೀಸದ ಕಡ್ಡಿಯಿಂದ ಒಂದು ರೇಖೆಯನ್ನು ಎಳೆಯು ಬೇಕು (ಚಿತ್ರ 27). ಈ ರೀತಿ ಅನುಸ್ಥಾಪನೆ ಮಾಡಿದ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರ ಜತೆಯನ್ನು ದರ್ಪಣ ಘನರೂಪ ದರ್ಶಕದ ಕೆಳಗೆ ಇಟ್ಟು ಮಸೂರಗಳ ಮೂಲಕ ವೀಕ್ಷಿಸ ಬೇಕು. ಅನಂತರ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಘನರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಂಡಕೂಡಲೆ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಅದೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಕದಲದಂತೆ ಸೆಲೋಫೇನ್ ಟೇಪಿನಿಂದ ಅಂಟಿಸಿ ದರ್ಶಕದ ಚಿತ್ರಫಲಕದ ಮೇಲಾಗಲೀ ಅದಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಘಟ್ಟಿಯಾದ ರಟ್ಟಿನ ಮೇಲಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಮೇಜಿನ ಮೇಲಾಗಲೀ ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಈ ಸಿದ್ಧತೆಗೆ ಚಿತ್ರಗಳ ಕ್ರಮಸಂಖ್ಯೆಯು ಸಹಾಯಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಮೊದಲು ತೆಗೆದ ಚಿತ್ರ ಎಡಗಡೆಗೂ ನಂತರದ ಚಿತ್ರ ಬಲಗಡೆಗೂ ಬರುವಂತೆ ಅನುಸ್ಥಾಪಿಸಬೇಕು. ಈ ರೀತಿ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಘನರೂಪ ದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಘನರೂಪ ಭಾವನೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬ ದೃಶ್ಯ (Inverted Stereo or Pseudoscopic Stereo view)

ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಧೃವೋಪರಿ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ತಕ್ಕ ಧೃವೋಪರಿ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಅನುಸ್ಥಾಪನೆ ಮಾಡದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ಎಡಬಲ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಅದಲುಬದಲು ಮಾಡಿದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿ ಅಥವಾ 180° ರಿಂದ 200° ಅಂಶಗಳಷ್ಟು ತಿರುಗಣೆಮಾಡಿ ದರ್ಪಣ ಘನರೂಪ



ಚಿತ್ರ 28. ಅನುಸ್ಥಾಪನಾ ಲೋಪದಿಂದ ಘನರೂಪ ನೈಜಬಿಂಬ ದೃಶ್ಯ ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬ ದೃಶ್ಯವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುವ ಬಗೆ

ಎಡಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ AB ನೈಜಬಿಂಬ ಬಲಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ AB ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬ

ದರ್ಶನದ ಕೆಳಗೆ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬ ದೃಶ್ಯ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಸ್ಥಿತಿ ಉಂಟಾಗದಂತೆ ಎಚ್ಚರಿಕೆ ವಹಿಸಬೇಕು. ಅನುಸ್ಥಾಪನಾಲೋಪದಿಂದ ನೈಜಬಿಂಬ ದೃಶ್ಯವು (orthoscopic view) ಹೇಗೆ ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬ ದೃಶ್ಯವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಡಾಗುವುದೆಂಬುದನ್ನು ಚಿತ್ರ 28ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.

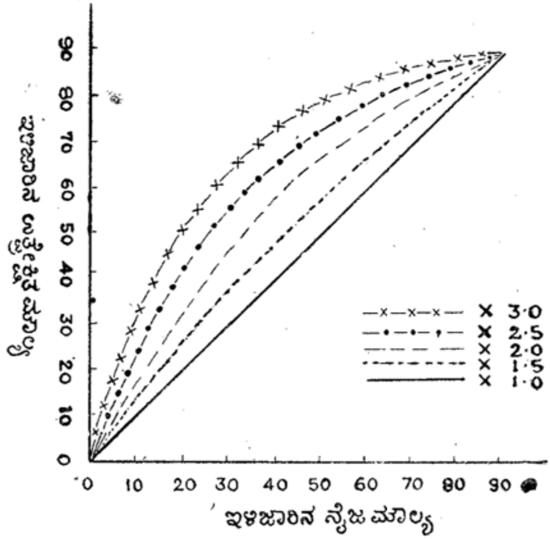
ಲಂಬೋತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ (Hyperstereoscopy or Vertical exaggeration)

ವಾಯುಚಿತ್ರ ನಿರೂಪಣೆಗೆ ಘನರೂಪ ಮಾದರಿಗಳ ಅಧ್ಯಯನ ಅತ್ಯಂತ ಅಪೇಕ್ಷಿತ. ಇದರಲ್ಲಿ ಲಂಬೋತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ಮೂಲಭೂತ ಅಂಶ. ಲಂಬೋತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಎಂದರೆ ಲಂಬದೂರಗಳು (vertical distances) ಅಡ್ಡದೂರಗಳ (horizontal distances) ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕಿಂತ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು. ಈ ಲಂಬೋತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆಯಿಂದ ಇಳಿಜಾರುಗಳು ಕಡಿದಾಗಿ ಕಮರಿಗಳಂತೆಯೂ, ಕಣಿವೆಗಳು ಪ್ರಪಾತಗಳಂತೆಯೂ, ಚಿಮಣಿ, ಗೋಪುರ, ಗಿಡಮರಗಳು ನಂಬಲಾರದಷ್ಟು ಎತ್ತರವಾಗಿ ಅಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಕಾಣಬರುತ್ತವೆ.

ಶೇಕಡ 60ರಷ್ಟು ಮುಚ್ಚಣೆಯಿರುವ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಲಂಬೋತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆಯು ಅನೇಕರಿಗೆ ಸುಮಾರು 2.5 ರಿಂದ 3.5 ಪಟ್ಟು ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ. ಲಂಬೋತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆಯಿಂದಾಗಿ ಬೆಟ್ಟಗುಡ್ಡ ಇಳುಕಲು ಕಣಿವೆ ಕಟ್ಟಡಗಳ ನಿರೂಪಣೆ ಮತ್ತು ಆಳತೆ ಆಭಾಸವಾಗಿ ಅರ್ಥಹೀನವಾಗಬಹುದು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ನಿರೂಪಣೆ ಮಾಡುವವರು ಅನುಭವದಿಂದ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಎತ್ತರ ಆಳ ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ಅಂದಾಜುಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆ : ಒಂದು ಇಳುಕಲಿನ ಲಂಬೋತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆಯ ಮೌಲ್ಯವು ಅದರ ಓರೆಕೋನದ (angle of the slope) ಸ್ಪರ್ಶರೇಖೆ(tangent)ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ. ಹೀಗೆ ಅಂದಾಜುಮಾಡಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗುವಂತೆ ಅನೇಕ ವಿಧವಾದ ಅಧ್ಯಯನಗಳಿಂದ ಕೆಲವು 'ಪ್ರಮಾಣಬದ್ಧ ರೇಖಾನಕ್ಷೆ (master curves)ಗಳನ್ನು ಮಿಲ್ಲರ್, ಮುಂತಾದವರು ತಯಾರಿಸಿದ್ದಾರೆ (ಚಿತ್ರ 29). ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷಿತ ಇಳಿಜಾರಿನ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಸುಮಾರು 45° ಅಂಶಗಳಷ್ಟು ಅಂದಾಜುಮಾಡಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ನಕ್ಷೆಗೆ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಿ 15° ಅಂಶಗಳ ನೈಜ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಆದರೆ ಲಂಬೋತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಕೆಲವು ಸ್ವರೂಪಗಳ ನಿರೂಪಣೆಗೆ ಅನಾನುಕೂಲವಾಗಿದ್ದರೂ ಸಣ್ಣಪುಟ್ಟ ಉಬ್ಬುತಗ್ಗುಗಳ, ಇಳಕಲುಗಳ ಪತ್ತೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಆಳತೆಯ ನಿರ್ಧಾರದಲ್ಲಿ ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ.

ಲಂಬೋತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆಗೆ ಕಾರಣಗಳು–ಲಂಬೋತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆಗೆ ಈ ಕೆಳಗೆ ಸೂಚಿಸಿರುವ ಯಾವುದಾದರೂ ಅಂಶಗಳು ಕಾರಣವೆನಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 29. ಮಿಲ್ಲರ್‌ರವರ ಇಳಿಜಾರಿನ ಪ್ರಮಾಣಬದ್ಧ ರೇಖಾನಕ್ಷೆ

(1) ಚಿತ್ರಗ್ರಾಹಕದ ನೆಲೆಗಳ ಅಂತರ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು (ಮಾನವರ ಕಣ್ಣುಗಳ ಅಂತರಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಲ್ಲಿ),

(2) ಭೂಸಮತಲ (ground base) ಮತ್ತು ಹಾರಾಟದ ಎತ್ತರದ ಪ್ರಮಾಣ ಅಥವಾ ಆಕಾಶ ಸಮತಲ (air base) ದೂರ ಮತ್ತು ವಿಮಾನ ಹಾರಾಟದ ಎತ್ತರದ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಲಂಬೋತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಹಾರಾಟದ ಎತ್ತರ ಏಕರೀತಿಯಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಚಿತ್ರಗ್ರಾಹಕಗಳ ನೆಲೆಗಳ ಅಂತರವು ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಲಂಬೋತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ.

(3) ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಅನುಸ್ಥಾಪನೆಯಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಅಂತರವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಷ್ಟೂ ಅಥವಾ ವೀಕ್ಷಣಾದೂರ(viewing distance)ವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಷ್ಟೂ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ (effective) ಲಂಬೋತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ.

ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯುವಿಕೆ :

ಕೆಲವು ಅಧ್ಯಯನಗಳಲ್ಲಿ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳ ಮೇಲಿರಿಸಿದ (overlays) ಅನುರೇಖನ ಕಾಗದ (tracing paper)ದ ಮೇಲಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಚಿತ್ರಗಳ ಮೇಲಾಗಲೀ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಅಳತೆ, ನಕ್ಷೆ, ಗಡಿ, ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಮತ್ತು ಇತರ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಗುರುತು ಮಾಡಿ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ: ಜಲಸ್ತರ ಮಾದರಿ, ವಿವಿಧ

ಮಣ್ಣುಗಳ ವಿಸ್ತರಣೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಎಲ್ಲೆ, ಶಿಲಾಸಮುದಾಯಗಳ ರಚನೆ ಇವುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಚಿಹ್ನೆ(Signs and Symbols)ಗಳು ಮುಂತಾದವುಗಳು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ವಿಶೇಷರೀತಿಯ ಕೆಲವು ಸರಳ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನೂ ಮತ್ತು ಮುದುರದ ಕಾಗದದ ವಾಯುಚಿತ್ರ ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು (correctostat paper prints) ಉಪಯೋಗಿಸುವಂತೆ ಶಿಫಾರಸು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

3. ಸ್ಕೆಚ್‌ಮಾಸ್ಟರ್ (Sketch Master) ಉಪಕರಣ

ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ, ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರ, ಭೂಶಾಸ್ತ್ರ, ವೈದ್ಯಕೀಯ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದರ್ಶಕರಿಂದ ಕಾಗದಕ್ಕೆ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ವರ್ಗಾಯಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಕ್ಯಾಮರಾ ಲುಸಿಡಾ (camera lucida) ಎಂಬ ಉಪಕರಣದ ತತ್ವದ ಮೇಲೆ ರಚಿಸಿರುವ ಈ ಉಪಕರಣದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಆಧಾರಸ್ಥಂಭಕ್ಕೆ ಅಳವಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಕನ್ನಡಿಯು ವಾಯು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿನ ವಿವರಗಳನ್ನು ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಹರಡಿರುವ ಒಂದು ಕಾಗದಕ್ಕೆ ಅಥವಾ ಒಂದು ಆಧಾರನಕ್ಷೆ(base map)ಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತದೆ. ಆಗ ನಿರೂಪಣೆ ಮಾಡುವವರು ಉಪಕರಣದ ನೇತ್ರಕ(eye piece)ದಿಂದ ನೋಡಿದಲ್ಲಿ ಆಧಾರನಕ್ಷೆಯ ಮೇಲೆ ಆಯಾಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ತಕ್ಕ ಸ್ವರೂಪಗಳು ಮತ್ತು ಇತರ ವಿವರಗಳು ವಾಯುಚಿತ್ರ ದಿಂದ ಕನ್ನಡಿಯ ಮುಖಾಂತರ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿರುವುದು ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಉಪಕರಣ ವನ್ನು ಆಧಾರಸ್ಥಂಭದ ಮೇಲೆ ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಸರಿಸಿ ನಕ್ಷೆ ಹಾಗೂ ವಾಯುಚಿತ್ರ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಪ್ರಮಾಣವು ಸರಿಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿ ನಂತರ ನಕ್ಷೆಯ ಮೇಲೆ ಚಿತ್ರದ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುತ್ತಾರೆ (ಚಿತ್ರ 30).

ನಕ್ಷೆ ತಯಾರಿಕೆ (Measurement and plotting)

ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳು, ದ್ವಿಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರೀಕರಿಸಲ್ಪಡುವುದರಿಂದ ಭೂಭಾಗದ ಉಬ್ಬುತಗ್ಗುಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಸೂಚಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಘನರೂಪ ವೀಕ್ಷಣೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಅದರ ಘನರೂಪದಲ್ಲಿ ವಿವರವಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಲು ಸಹಕಾರಿ. ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಸ್ಥಳಪರಿಶೀಲನೆ ಮತ್ತು ವಿವರವಾದ ಅಧ್ಯಯನ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷೆಗಳು ಮತ್ತು ಹೊಸದಾಗಿ ತೆಗೆದ ವಾಯುಚಿತ್ರ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದ ವಿವರಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಕೆಲವು ಘನರೂಪ ಮಾಪನ ಉಪಕರಣಗಳ (Stereometric instruments) ಸಹಾಯದಿಂದ ಕರಾರು ವಾಕ್ಕು ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಕರಾರುವಾಕ್ಕು ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಆದಷ್ಟು ದೋಷರಹಿತ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು. ಅಥವಾ ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ದೋಷಗಳನ್ನು ಕ್ರಮಪಡಿಸಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು.

ಕ್ರಮಪಡಿಸಿದ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳು (Rectified prints)

ನೇರಚಿತ್ರ, ನೇರಶ್ರೇಣಿಚಿತ್ರ ಮತ್ತು ಸಂಯುಕ್ತ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ತಲೆದೋರ ಬಹುದಾದ ದೋಷಗಳಿಂದ, ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ವಾಲುವಿಕೆಯಿಂದಾಗಿ ಅವುಗಳಿಂದ ನಕ್ಷೆ ತಯಾರಿಸುವಾಗ ಚಿತ್ರಗಳ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರಮತಪ್ಪುವಿಕೆ(break)ಯುಂಟಾಗಿ ನಕ್ಷೆಗಳ ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ಬಾಂಧವ್ಯ (geometric relationship) ಕೆಡುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ವಾಲು ವಿಕೆಯು 1° ರಿಂದ 1.5° ರಷ್ಟು ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರ ಪರಿಣಾಮ ಅಷ್ಟು ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳ ಅಂತರ ಪ್ರಮಾಣವು ಏರುಪೇರಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಾಲುವಿಕೆಯ ದೋಷವನ್ನು ಕೆಲವು ತಿದ್ದುವ ಉಪಕರಣ(rectifiers)ಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ದೃಗ್ ವಿಧಾನ (optical processes) ಅಥವಾ ಯಂತ್ರ ವಿಧಾನ (mechanical processes)ಗಳ ಮೂಲಕ ತೊಡದುಹಾಕಿ ಘನರೂಪದರ್ಶಕ ಮತ್ತು ಮಾಪಕಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಪರಿಷ್ಕಾರಗೊಂಡ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳಿಗೆ ಕ್ರಮಪಡಿಸಿದ ಚಿತ್ರಗಳು ಎಂದು ಹೆಸರು.

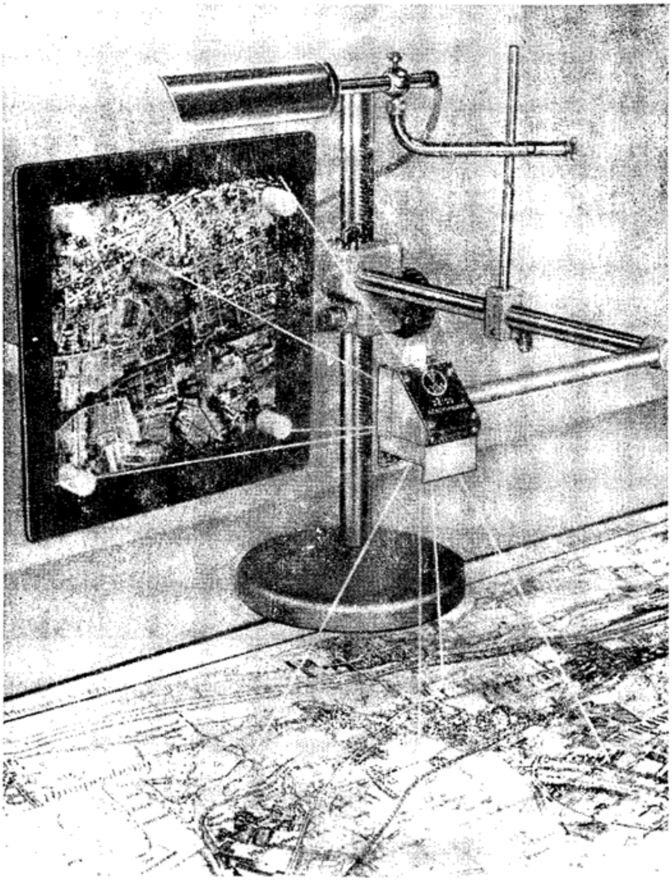
4. ಘನರೂಪಮಾಪನ ಉಪಕರಣಗಳು

ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಸಣ್ಣಪ್ರಮಾಣದ ನಕ್ಷೆಗಳ ತಯಾರಿಕೆ ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಸರಳ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಮಾಣದ ನಕ್ಷೆಗಳ ತಯಾರಿಕೆ ಮತ್ತು ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಉಪಕರಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಗಳನ್ನು ಇತರ ಗ್ರಂಥಗಳಿಂದ (reference books) ಪಡೆಯಬಹುದು. ಈ ಉಪಕರಣಗಳು ತೇಲುಬಿಂದು ತತ್ವದ (floating dots) ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿವೆ. ಅಂದರೆ ಎರಡು ಭ್ರಮಾಬಿಂದುಗಳು ತಮ್ಮಲ್ಲಿಯೇ ವಿಲೀನಹೊಂದಿ ಶೂನ್ಯದಲ್ಲಿ ಘನರೂಪ ಮಾದರಿಯ ಮೇಲೆ ತೇಲುವಂತಹ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿಧ. (1) ಕಾಗದ ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು (paper printing letters) ಉಪಯೋಗಿ ಸುವ ಉಪಕರಣಗಳು. (2) ಪಾರದರ್ಶಕ ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಉಪ ಕರಣಗಳು.

(*1*) ಘನರೂಪಮಾಪಕ (Stereometer)

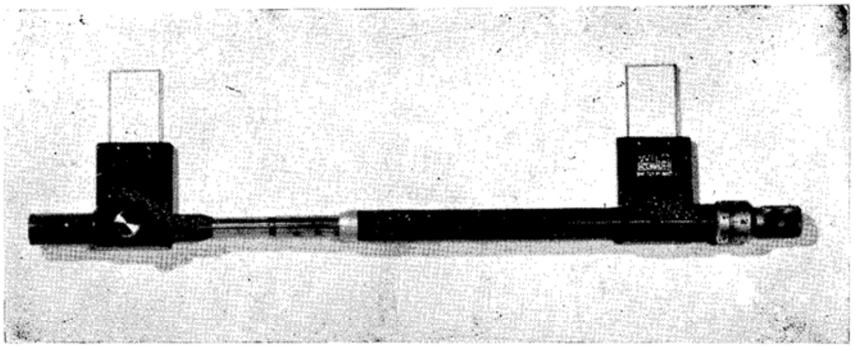
ಇದಕ್ಕೆ ದೃಗಂತರ ಪಟ್ಟಿ (parallax bar) ಎಂದೂ ಹೆಸರು. ಈ ಉಪಕರಣ ವನ್ನು ದರ್ಪಣ ಘನರೂಪ ದರ್ಶಕದ ಕೆಳಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುವುದು. ಇದರಿಂದ ವಾಯುಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಿಸಿರುವ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಎತ್ತರವನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಅನುರೇಖಿಸಬಹುದು.

ರಚನೆ—ಘನರೂಪ ಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸಣ್ಣ ಗಾಜಿನ ಅಥವಾ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಪಾರದರ್ಶಕ ಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು ಸರಿಹೊಂದಿಸಬಹುದಾದ (adjustable) ಕಂಬಿಗೆ ಜೋಡಿ



ಚಿತ್ರ 30. ಸ್ಕೆಚ್‌ಮಾಸ್ಟರ್

[ಜೈಸ್ ಏರೋಟೋಪೋಗ್ರಾಫ್‌ರವರ ಕೃಪೆ]



ಚಿತ್ರ 31. ಘನರೂಪ ಮಾಪಕ ಅಥವಾ ದೃಗಂತರ ಪಟ್ಟಿ

[ಜೈಸ್ ಏರೋಟೋಫೋಗ್ರಾಫ್‌ರವರ ಕೃಪೆ]

ಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ (ಚಿತ್ರ 31). ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳ ಮೇಲೆ ಒಂದೊಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಸಣ್ಣ ಚುಕ್ಕಿಯನ್ನು ಗುರುತುಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳಿಗೆ ಅಳತೆ ಚುಕ್ಕಿ(measuring marks)ಗಳು ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇವುಗಳ ಅಂತರವನ್ನು ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಂತೆ ಒಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮಮಾಪಕ ತಿರುಪನ್ನು (micrometer screw) ಕಂಬಿಯ ಒಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದು 0.01 ಮಿಲಿಮೀಟರ್‌ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಹಾಗೂ 35 ಮಿಲಿಮೀಟರ್‌ವರೆಗಿನ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಅಳೆಯಬಲ್ಲ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

ಎತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ವಿಧಾನ ಮತ್ತು ನಕ್ಷೆ ಬರಹ

ದರ್ಪಣ ಘನರೂಪದರ್ಶಕದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಅನುಸ್ಥಾಪನೆ ಮಾಡಿರುವ ನೈಜ ಅಥವಾ ಕ್ರಮಪಡಿಸಿದ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅಳತೆಮಾಡಬೇಕಾದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಿಂದುವೊಂದರ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಮತ್ತು ಅನುರೂಪಬಿಂಬ(corresponding image/point)ಗಳ ಮೇಲೆ ಅಳತೆ ಚುಕ್ಕಿಗಳು ಬರುವಂತೆ ಘನರೂಪಕವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಬೇಕು. ಅನಂತರ ಘನರೂಪದರ್ಶಕದಿಂದ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಲ್ಲಿ ಆ ಎರಡು ಚುಕ್ಕಿಗಳೂ ವಿಲೀನಗೊಂಡು ಆಯ್ದ ಸ್ವರೂಪದ ಘನರೂಪ ಮಾದರಿಯ ಮೇಲೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ತೇಲುವಂತೆ ಕಾಣಬರುತ್ತವೆ. ಈ ತೇಲುಬಿಂದು (floating dot)ವನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮಮಾಪಕ ತಿರುಪಿನ ಮಂದ ಚಲನೆಯಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅಳತೆ ಚುಕ್ಕಿಗಳ ಸಮಮಟ್ಟ ಅಂತರ (horizontal distance)ವನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮಮಾಪಕ ತಿರುಪಿನಿಂದ ಅಳತೆಮಾಡಿ ಗುರುತುಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಅನಂತರ ಹೀಗೆಯೇ ಅದೇ ಸ್ವರೂಪದ ಮತ್ತೊಂದು ಬಿಂದುವಿನ ಘನರೂಪ ಮಾದರಿಯ ಮೇಲೆ ತೇಲುಬಿಂದುವನ್ನು ಕೂಡಿಸಿ ಗಾಜಿನ ಪಟ್ಟಿಗಳ ಮೇಲಿನ ಅಳತೆ ಚುಕ್ಕೆಗಳ ಈಗಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಗುರುತಿಸಬೇಕು. ಈ ಎರಡು ಅಂತರಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇ ಆ ಸ್ವರೂಪದ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವಿನ ದೃಗಂತರ ದೂರ (horizontal parallax distance), ಅಂದರೆ ಆ ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಎತ್ತರ (relative height).

ಉದಾಹರಣೆ :

ಭೂತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಒಂದು ಕಂಬದ ಎತ್ತರವನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡುವುದು

ನೇರ ಅವಳಿ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಒಂದು ಎತ್ತರವಾದ ಕಂಬವು ಮೊದಲನೆ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಚುಕ್ಕಿ ಅಥವಾ ವೃತ್ತದಂತೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಎರಡನೇ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಆ ಕಂಬವು ವಿಮಾನದ ಹಾರಾಟವು ಯಾವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನಡೆದಿದೆಯೋ ಆ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿ ಓರೆಯಾಗಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಘನ

ರೂಪದರ್ಶಕದ ಕೆಳಗೆ ಈ ಎರಡು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಸಂಯೋಗ ಹೊಂದಿದರೆ ಅಥವಾ ವಿಲೀನ ಹೊಂದಿದರೆ (stereoscopic fusion) ಕಂಬವು ನೆಟ್ಟನೇರವಾಗಿ ನಿಂತಿರುವಂತೆ ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ. ಈಗ ಈ ಕಂಬದ ಘನರೂಪ ಮಾದರಿಯ ಮೇಲ್ತುದಿ ಮತ್ತು ಕೆಳತುದಿಗಳ ದೃಗಂತರ ದೂರವನ್ನು ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದಂತೆ ಘನರೂಪ ಮಾಪಕದಿಂದ ಅಳತೆಮಾಡಿದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದ ಕಂಬದ ಎತ್ತರವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು.

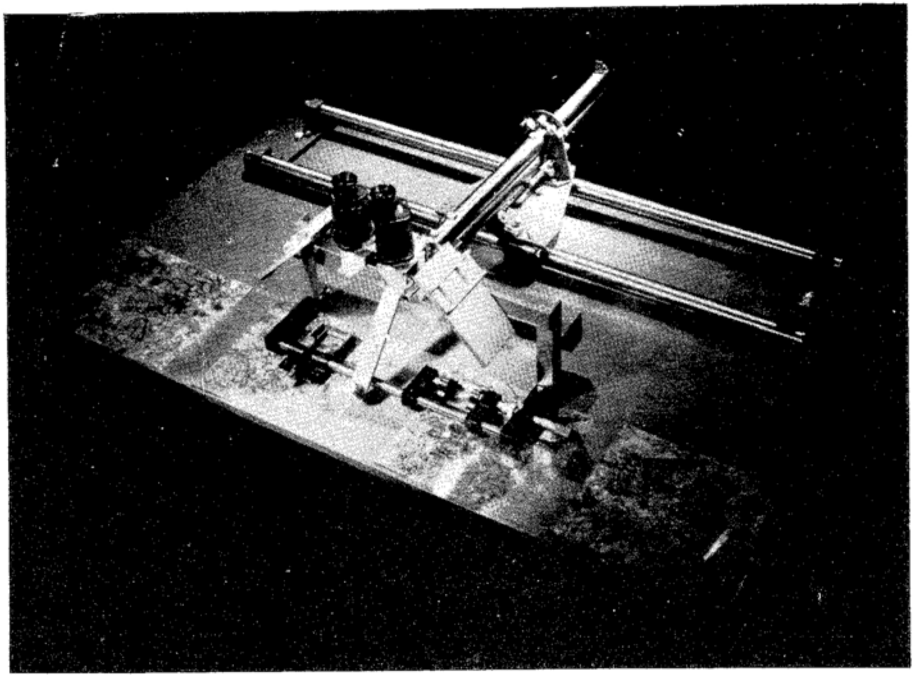
ಹೀಗೆ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸ್ವರೂಪದ ಎತ್ತರವನ್ನೂ ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು.

ಗಾಜಿನಪಟ್ಟಿಗಳ ನಡುವೆ ಒಂದು ಅನುರೇಖನ ಸಾಧನ(tracing device) ವನ್ನು ಕಂಬಿಗೆ ಜೋಡಿಸಿ ಭೂಭಾಗದ ಸಮೋಚ್ಚರೇಖೆಗಳನ್ನು (form lines or contour lines) ಘನರೂಪ ಮಾದರಿಯೊಂದಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಅಂತರಗಳಲ್ಲಿ (contour intervals) ತೇಲುಬಿಂದು ಸತತ ಸ್ಪರ್ಶವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವಂತೆ ಘನರೂಪ ಮಾಪಕವನ್ನು ಚಲಿಸಿ ಸೀಸದಕಡ್ಡಿಯಿಂದ ಅನುರೇಖಿಸಬಹುದು(ಚಿತ್ರ 24). ಆದರೆ ಘನರೂಪ ಮಾಪಕದ ಚಲನೆಯು ಶುದ್ಧ ಸ್ಥಾನಾಂತರೀಯ ಗತಿ(movement of pure translation)ಯಲ್ಲಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಚುಕ್ಕಿಗಳ ಮತ್ತು ಚಿತ್ರಗಳ ನಡುವೆ ಲಂಬ ದೃಗಂತರ (vertical parallax) ಸ್ಥಾನಭ್ರಮೆ (space impression) ಕೆಡುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಹೋಗಲಾಡಿಸಲು ಸಮಾನಾಂತರ ನಿರ್ದೇಶಕಗಳು (parallel guides) ಎಂಬ ಸಾಧನ (ಚಿತ್ರ 32) ವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು. ಇದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಘನರೂಪದರ್ಶಕವನ್ನಾಗಲೀ ಘನರೂಪ ಮಾಪಕವನ್ನಾಗಲೀ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳ ಮೇಲೆ ಅಲುಗಾಡದಂತೆ ಚಲಿಸಬಹುದು.

ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ನೆಲದ ಮೇಲಿನ ಸರ್ವೆಗುರುತುಗಳು ವಿಮಾನ ಹಾರಾಟದ ಎತ್ತರ, ಚಿತ್ರಗ್ರಾಹಕದ ಮಸೂರದ ಸಂಗಮ ದೂರ ಮತ್ತು ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಅಂತರಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಘನರೂಪ ಮಾಪಕದ ಅಳತೆ ಚುಕ್ಕೆಗಳ ಅಂತರವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಾ ಸಮೋಚ್ಚ ರೇಖಾನಕ್ಷೆಗಳನ್ನೂ (contour maps) ಮತ್ತು ಸಮತಲ ಕ್ಷೇತ್ರ ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನೂ (planimetric maps) ತಯಾರಿಸಬಹುದು.

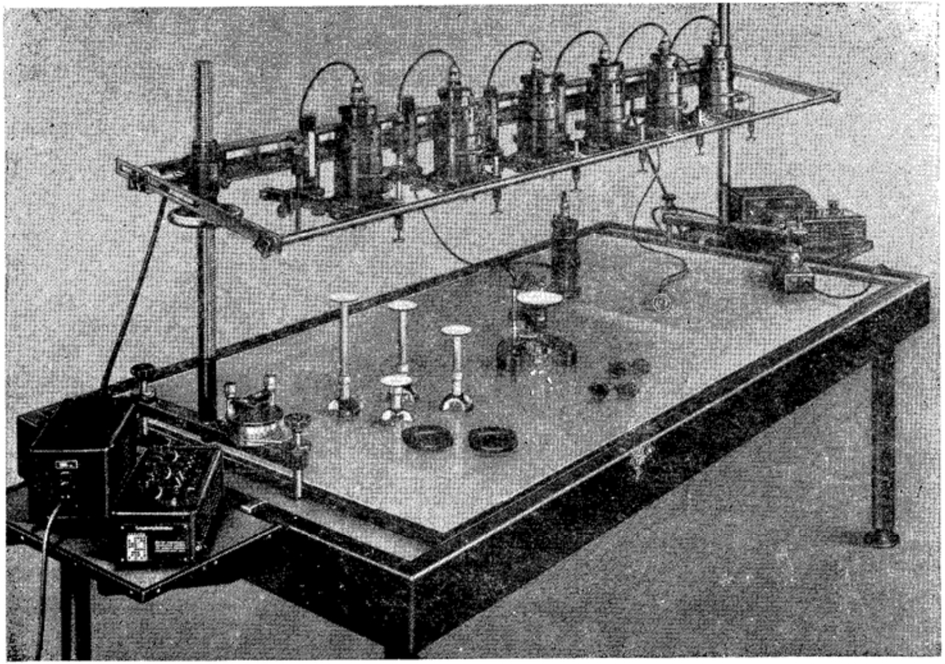
(2) ಮಲ್ಟಿಪ್ಲೆಕ್ಸ್ ಉಪಕರಣ (Multiplex)

ಈ ಉಪಕರಣವು ಗಾಜಿನ ಫಲಕದ ಮೇಲ್ಮೈಯಿರುವ ದೊಡ್ಡ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಮೇಜಿಗೆ ಹೊಂದಿಸಿರುವ ಆಧಾರ ಚೌಕಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿರುವ ಮೂರರಿಂದ ಏಳು ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಿತ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿ(projectors)ಗಳ ಒಂದು ಸಮೂಹ (ಚಿತ್ರ 33). ಈ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಗಳಿಂದ ಮೇಜಿನ ಮೇಲಿನ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ, ಶೇಕಡ 60 ಮುಚ್ಚಣಿಕೆ ಇರುವ ಕೆಂಪು ನೀಲಿ ಪೂರಕ ಬಣ್ಣದ ಸಂಕುಚಿತ ಗಾಜಿನ ಪಾರದರ್ಶಕ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳನ್ನು (reduced areal glass diapositives) ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 32. ಸಮಾನಾಂತರ ನಿರ್ದೇಶಕಗಳು

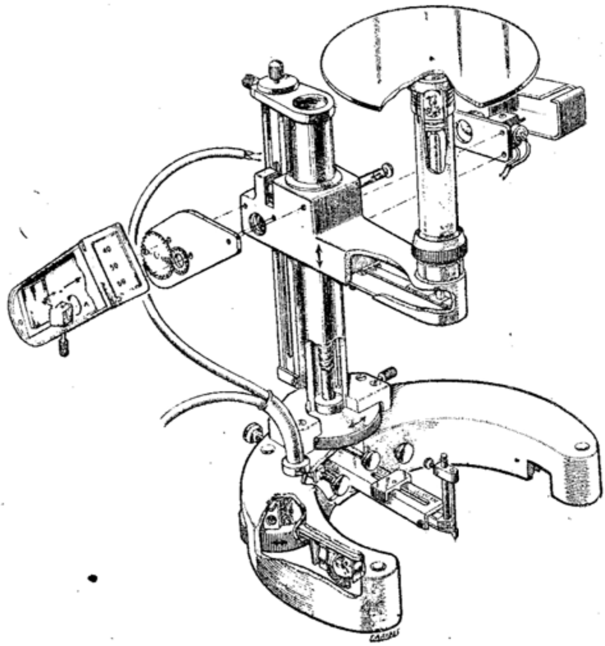
[ಕ್ಯಾಸೆಲ್ಲಾ, ಲಂಡನ್‌ರವರ ಕೃಪೆ]



ಚಿತ್ರ 33. ಮಲ್ಟಿಪ್ಲೆಕ್ಸ್ ಉಪಕರಣ. ಅನುರೇಖನ ಉಪಕರಣಗಳು ಮತ್ತು ಬಣ್ಣದ ಗಾಜಿನ ಕನ್ನಡಕಗಳನ್ನು ನೋಡಿ

[ವೆಬ್‌ಕಾರ್ಲ್ ಜೈಸ್ ಏರೋಟೋಪೋಗ್ರಾಫ್ ಅವರ ಕೃಪೆ]

ಹೀಗೆ ಮೂಡಿಬಂದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳನ್ನು ಅದೇ ತೆರನಾದ ಬಣ್ಣದ ಕನ್ನಡಕದಿಂದ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರೀಕರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಸ್ವರೂಪಗಳು ಉಬ್ಬುಚಿತ್ರಗಳ ತತ್ವಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ಚಿಕ್ಕ ಪ್ರಮಾಣದ (reduced scale) ತ್ರಿಗಾತ್ರ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುತ್ತವೆ. ಈ ತ್ರಿಗಾತ್ರ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಅನುರೇಖನ ಉಪಕರಣ(tracing table)ದ (ಚಿತ್ರ 34) ಸಹಾಯದಿಂದ ಅಳತೆಮಾಡಬಹುದು. ಈ ಉಪಕರಣದ ಮೇಲ್ಭಾಗ



ಚಿತ್ರ 34. ಅನುರೇಖನ ಉಪಕರಣ

[ವಿಲಿಯಂಸನ್‌ರವರ ಕೃಪೆ]

(platen)ದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಬಿಂದು(illuminated mark)ವಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ದರ್ಪಣ ಘನರೂಪ ದರ್ಶಕ ಮತ್ತು ಮಾಪಕದಲ್ಲಿರುವಂತೆಯೇ ಘನರೂಪ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಅನುರೇಖಿಸಿ ಉಪಕರಣದ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಚುಕ್ಕಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಒಂದು ಸೀಸದ ಕಡ್ಡಿಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸಮೋಚ್ಚ ರೇಖೆಯನ್ನು ರಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಎತ್ತರವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಒಂದು ಗಣಕ(height counter)ದಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಿಸಿದ

ಗೊತ್ತಾದ ಅಂತರದಲ್ಲಿ (contour interval) ಇತರ ಸಮೋಚ್ಚ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿ ಚಿತ್ರೀಕರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರದೇಶದ ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು.

ನಂತರ ಈ ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಒಂದು ನಕಲುಮಾಡುವ ಯಂತ್ರ(pantograph)ದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಬೇಕಾದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ವಿಸ್ತರಿಸಿ ಅಥವಾ ಸಂಕುಚಿಸಿ ಕರಾರುವಾಕ್ಕು ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು.

ಈ ಉಪಕರಣದ ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ಅಂಶಗಳು (1) ಕತ್ತಲೆ ಕೋಣೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಕುಚಿಸಿದ ಗಾಜಿನ ವಾಯುಚಿತ್ರ ಪಾರದರ್ಶಕಗಳನ್ನು ಕೆಂಪು-ನೀಲಿ ಬಣ್ಣದ ಸೋಸಣಿಗೆಗಳಿಂದ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಿ (2) ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳನ್ನು ಕೆಂಪು ನೀಲಿ ಗಾಜಿನ ಕನ್ನಡಕಗಳಿಂದ ವೀಕ್ಷಿಸಿ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಅನುರೇಖಿಸಬೇಕಾದ್ದು ಅಷ್ಟಾಗಿ ಸುಲಭವೂ ವ್ಯಾವಹಾರಿಕವೂ ಆಗಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ, ಈ ಲೋಪವನ್ನು ತೊಡೆದುಹಾಕಿ ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ತಯಾರಿಸಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ಪ್ರಕೃತದಲ್ಲಿ ಘನರೂಪ ಸ್ಥಳಾಕೃತಿ ಮಾಪಕ (stereotope) ಎಂಬ ಹೊಸ ಉಪಕರಣ ಒಂದನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗಿದೆ.

(3) ಕೆಲ್ಶ್ ಪ್ಲಾಟರ್ ಉಪಕರಣ

ಇದು ಮಲ್ಟಿಪ್ಲೆಕ್ಸ್ ಉಪಕರಣದಂತೆಯೇ ಆದರೆ ಎರಡು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿ ಪಾರದರ್ಶಕ ಗಾಜಿನ ಅಥವಾ ಪಟಲ(diapositives)ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವಂತೆ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಂಡಿದೆ.

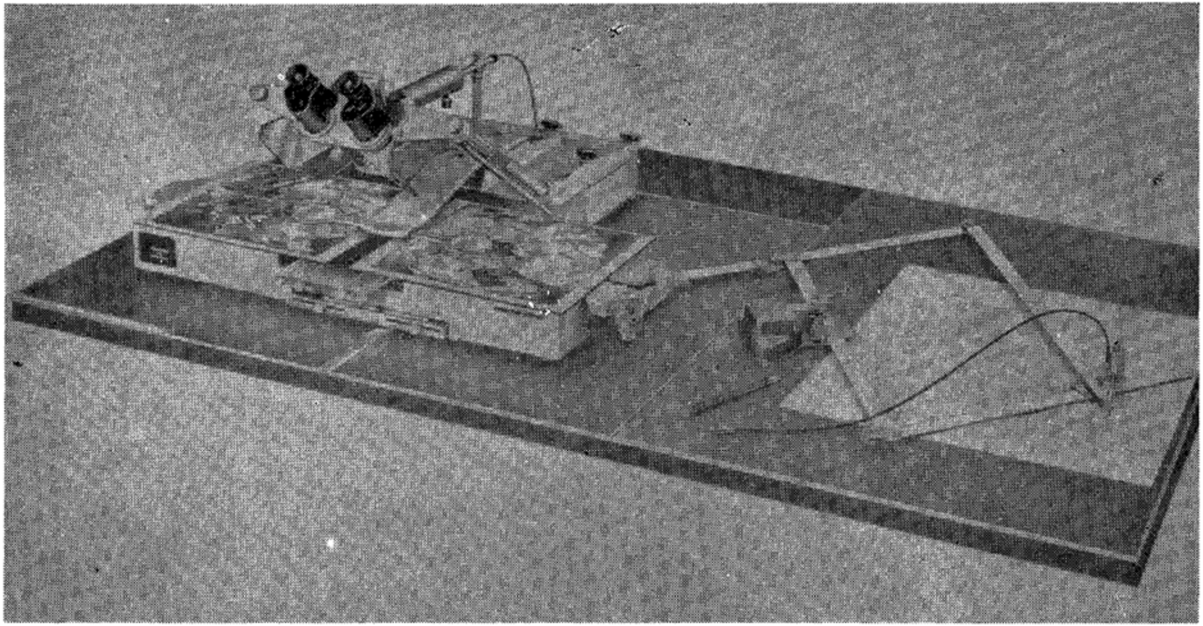
(4) ಘನರೂಪ ಸ್ಥಳಾಕೃತಿ ಮಾಪಕ[1] (Stereotope)

ಈ ಉಪಕರಣದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಶಾಲವಾದ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ (base plate) ಚಿತ್ರವಾಹಕವೊಂದನ್ನು (picture carriage) ಹೊಂದಿಸಿ ಅದರ ಮೇಲೆ $\times 1$ ದುರ್ಬೀನು ಜೋಡಿಸಿರುವ ಓರೆ[2] ವೀಕ್ಷಣ (oblique viewing) ದರ್ಪಣ ಘನರೂಪ ದರ್ಶಕವೊಂದನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ (ಚಿತ್ರ 35). ಚಿತ್ರವಾಹಕದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ 9×9 ಅಂಗುಲಗಳ ಅಳತೆಯ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳ ಅವಳಿ ಜತೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ಎರಡು ಚಿತ್ರಹಿಡಿಕೆ(photo holders)ಗಳಿವೆ. ಎಡಭಾಗದ ಹಿಡಿಕೆ ಚಿತ್ರವಾಹಕಕ್ಕೆ ಭದ್ರವಾಗಿ ಸೇರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಬಲಭಾಗದ ಹಿಡಿಕೆ ಮಾತ್ರ ವಾಹಕದ ಬಲಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ 0.5 ಮಿ.ಮೀ. ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಮಾಪ (micrometer)ವನ್ನಳವಡಿಸಿರುವ ಘನರೂಪ ದೃಗಂತರ ಮಾಪಕದ (stereo

---

[1] ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ಈ ಉಪಕರಣವನ್ನೇ ಹೋಲುವ stereocord ಮತ್ತು stereopret ಎಂಬುವುಗಳು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿವೆ.

[2] ಇದಕ್ಕೂ ಓರೆ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳಿಗೂ ಸಂಬಂಧವಿಲ್ಲ.



ಚಿತ್ರ 35. ಘನರೂಪ ಸ್ಥಳಾಕೃತಿಮಾಪಕ (Steretope)

[ಜೈಸ್ ಏರೋಟೋಪೋಗ್ರಾಫ್‌ರವರ ಕೃಪೆ]

meter or parallax bar) ತೋಳೊಂದರ (sleeve) ಚಾಲನೆಯಿಂದ X–ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ರಚಿಸಲಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರವಾಹಕದ ಎಡಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ದೃಗಂತರ ಮಾಪಕದ ಮತ್ತೊಂದು ತೋಳು Y–ದೃಗಂತರದ ಚಾಲನೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ. ಅಳತೆ ಚುಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ಗುರುತುಮಾಡಿರುವ ಎರಡು ಗಾಜಿನ ಸಣ್ಣ ಪಾರದರ್ಶಕ ವರ್ತುಲಗಳನ್ನು ಘನರೂಪದರ್ಶಕದ ಕೆಳಗೆ ಸರಿಹೊಂದಿಸಬಹುದಾದ (adjustable) ಹಿಡಿಕೆಗಳಿಂದ ಬಂಧಿಸಲಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರವಾಹಕದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಹಿಡಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಅವಳಿ ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಧ್ರುವೋಪರೀಕಿರಣ ಸ್ಥಾನಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಅನುಸ್ಥಾಪನೆ ಮಾಡಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ಅನುಸ್ಥಾಪನಾ ಛೇದಕ ರೇಖೆಗಳನ್ನು (Orientation crosses) ಗುರುತಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಚಿತ್ರವಾಹಕವು ಚಪ್ಪಟೆಯಾದ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಾಕಾರದಲ್ಲಿದ್ದು ಸಮಾನಾಂತರ ನಿರ್ದೇಶಕಗಳ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸುವಂತೆ ರಚಿತವಾಗಿ ಅದರ ಒಳಗಡೆ ಕ್ರಮನಿಯಂತ್ರಣ ಗಣಕಯಂತ್ರ (rectifying computers or rectiputers)ಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಗಣಕಯಂತ್ರಗಳು ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳ ವಾಲುವಿಕೆ ಲಂಬ ಅಡ್ಡ ಹಾಗೂ ತ್ರಿಜ್ಯ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟ (radial displacement) ಮುಂತಾದ ದೋಷಗಳಿಗೆ ಕೆಲವು ಸರಳ ಸಮೀಕರಣಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ತಿದ್ದುಪಡಿಗಳನ್ನು ತಕ್ಷಣವೇ ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ.

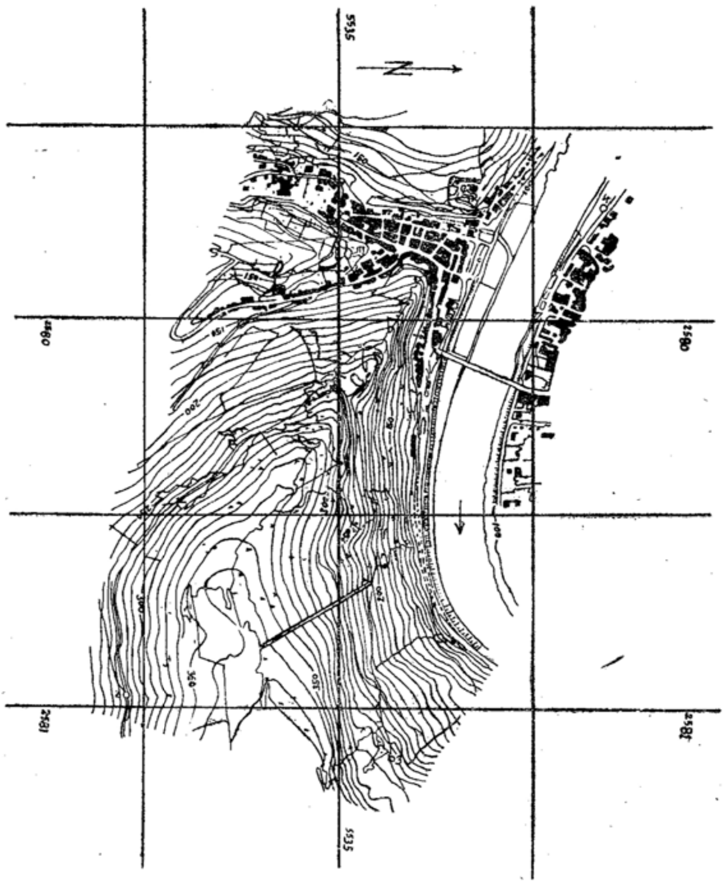
ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ಮುಖ್ಯ ಜೋಡಣೆಯ (assembly) ಬಲಮಗ್ಗುಲಿನಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಾಕೃತಿಯ ನಕಲುಮಾಡುವ ಯಂತ್ರ (pantograph) ಮತ್ತು ಅದರ ಸಲಕರಣೆಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿ ಸ್ಥಳಾಕೃತಿ ಘನರೂಪ ಮಾಪಕದ ಬಲಭಾಗದ ಚಿತ್ರಹಿಡಿಕೆಗೆ ಸಂಪರ್ಕ(takeoff)ವನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಲಾಗಿರುತ್ತೆ.

ಉಪಕರಣದ ಈ ವಿನ್ಯಾಸದಿಂದ X–ದೃಗಂತರಗಳನ್ನು (ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಮಾಪಕ ತಿರುಪಿನ ಚಾಲನೆಯಿಂದ ಬದಲಾವಣೆ ಮಾಡದೆ), ಅಳತೆ ಚುಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಗುರುತು ಮಾಡಿರುವ ಗಾಜಿನ ವರ್ತುಲಗಳ ವಿನಿಮಯ(interchange)ದ ಮೂಲಕ ಅಳತೆಮಾಡಲಾಗುವುದು.

ಅಳತೆ ಮತ್ತು ನಕ್ಷೆ ಬರೆಯುವ ವಿಧಾನ

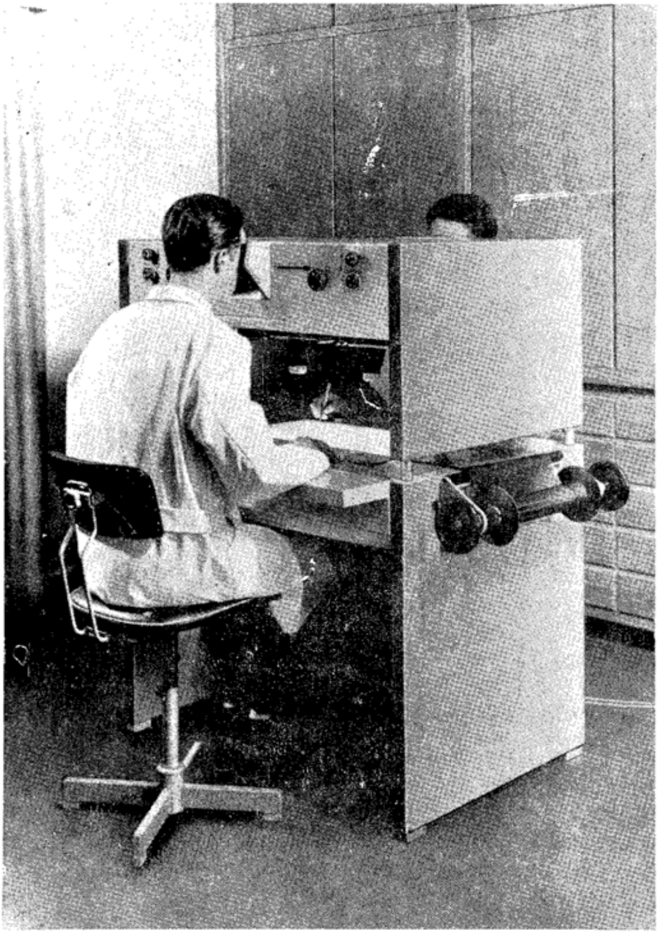
ಚಿತ್ರವಾಹಕದ ಮೇಲೆ ಚಿತ್ರಹಿಡಿಕೆಗಳಿಗೆ ಹೊಂದಿಸಿದಂತೆ ನೇರ ಅವಳಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಅನುಸ್ಥಾಪನೆ ಮಾಡಿ ಘನರೂಪದರ್ಶಕದಿಂದ ವೀಕ್ಷಿಸಿ ಗಣಕಯಂತ್ರಗಳಿಂದ ಚಿತ್ರಗಳ ದೋಷಗಳಿಗೆ ತಿದ್ದುಪಡಿ ಮಾಡಿ X– ಮತ್ತು Y– ದೃಗಂತರ ಬಾಹುಗಳಿಂದ ಭೂಭಾಗದ ಘನರೂಪ ಮಾದರಿಯೊಂದಿಗೆ ವಿವಿಧ ಅಂತರಗಳ ಅಳತೆ ಚುಕ್ಕೆಗಳ ವಿಲೀನದಿಂದ ಪಡೆದ ತೇಲುಚುಕ್ಕೆಗಳ ಮತ್ತು ಚಿತ್ರಾಕೃತಿ ನಕಲು ಮಾಡುವ ಯಂತ್ರದ ಸೀಸದಕಡ್ಡಿಯ ಏಕಕಾಲಿಕ ಚಲನೆಯಿಂದ ಸಮೋಚ್ಚ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಆಲೇಖನಮಾಡಿ ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು.

ಎಡಭಾಗದ ಚಿತ್ರಹಿಡಿಕೆಯು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲ ನಕ್ಷಾ ಆಲೇಖನಕ್ಕೂ (planimetric plotting) ಮತ್ತು ನಕ್ಷಾ ಬರಹಕ್ಕೂ ಎಡಭಾಗದ ಚಿತ್ರದ ಲಕ್ಷಣಗಳೇ ಆಧಾರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಗಣಕಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಒದಗಿಸುವ ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳು ಸಮೀಕರಣಗಳು ಮತ್ತು ದೃಗಂತರ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ಒಂದು ಪರಿಕಲಪಟ್ಟಿ (calculator rule)ಯ ಸಹಾಯದಿಂದಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಕೋಷ್ಟಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದಾ



ಚಿತ್ರ 36. ಘನರೂಪ ಸ್ಥಳಾಕೃತಿ ಉಪಕರಣದಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ
1 : 10,000 ಪ್ರಮಾಣದ ನಕ್ಷೆ

[ಜೈಸ್ ಏರೋಟೋಫೋಗ್ರಾಫ್‌ರವರ ಕೃಪೆ]



ಚಿತ್ರ 37. ನಿರೂಪಣಾದರ್ಶಕ

[ಕಾರ್ಲ್ ಜೈಸ್‌ರವರ ಕೃಪೆ]

ಗಲೀ ಪಡೆಯಬಹುದಾಗಿದೆ. ಈ ಉಪಕರಣ ಸಣ್ಣ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯಮ ಪ್ರಮಾಣದ ಅಂದರೆ 1 : 25000 ಮತ್ತು 1 : 10000 ಪ್ರಮಾಣದ ನಕ್ಷೆ ತಯಾರಿಸಲು ರಚಿತವಾಗಿದೆ (ಚಿತ್ರ 36).

5. ನಿರೂಪಣಾ ದರ್ಶಕ (Interpretoscope)

ವಾಯುಚಿತ್ರ ನಿರೂಪಣೆಗೆ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತ್ರಿಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ವೀಕ್ಷಿಸಲು ಮತ್ತು ಅಭ್ಯರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ತರಬೇತಿ ಕೊಡಲು ಹಾಗೂ ಪ್ರಬುದ್ಧ ನಿರೂಪಣಾ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಇಬ್ಬರು ತಜ್ಞರು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ವೀಕ್ಷಿಸಲನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ಈ ಉಪಕರಣವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗಿದೆ (ಚಿತ್ರ 37). ಈ ಉಪಕರಣದಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ಕಡೆಗಳಲ್ಲೂ X2 ರಿಂದ X6·5 ವೃದ್ಧಿವ್ಯಾಪಕದ ಎರಡೆರಡು ನೇತ್ರಕ(eye piece)ಗಳಿದ್ದು ಕಾಗದಪ್ರತಿ, ಪಾರದರ್ಶಕ ಹಾಗೂ ಚಿತ್ರಸುರಳಿಯಿಂದಲೇ ಶೇ. 60 ಮುಚ್ಚಣೆ ಇರುವ ಅವಳೀ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ತಕ್ಕ ಏರ್ಪಾಡಿದೆ. ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿನ ಸ್ವರೂಪಗಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣಲು ಅವು ಸಮಕಾಂತಿಯಿಂದ ಬೆಳಗುವಂತೆ ಮಾಡುವ ವಿದ್ಯುದ್ದೀಪಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಅವಳಿಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಘನರೂಪ ದರ್ಶಕಗಳಂತೆಯೇ ಅನುಸ್ಥಾಪನೆಮಾಡಿ ವೀಕ್ಷಿಸಬೇಕು.

ವಾಯುಚಿತ್ರ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ (Airphoto Analysis)

ವಾಯುಚಿತ್ರ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದೇ (identification) ಆಗಿದೆ. ಈ ಕೆಳಗೆ ಪಟ್ಟಿಮಾಡಿರುವ ಅಂಶಗಳು (identification factors) ಸ್ವರೂಪಗಳ ಗುರುತಿಸುವಿಕೆಗೆ ಮುಖ್ಯ ಆಧಾರವಾಗಿವೆ.

1. ಆಕಾರ
2. ಗಾತ್ರ
3. ಮಾದರಿ
4. ನೆರಳು
5. ಛಾಯೆ
6. ರಚನೆ
7. ಬಾಂಧವ್ಯ

(1) ಆಕಾರ (shape) : ಸ್ವರೂಪಗಳ ಆಕಾರದಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಓರೆಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳ ಆಕಾರ ಅಷ್ಟು ವಿರೂಪಗೊಂಡಿರುವುದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ನೇರಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಮೇಲ್ಭಾಗವು ಮಾತ್ರ ಕಾಣುವುದರಿಂದ (orthoscopic view) ಅವುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಅಂತಹ ನೋಟದ ಅನುಭವ ಮತ್ತು ಸ್ವರೂಪಗಳ ನಿಕಟ ಪರಿಚಯ ನಿರೂಪಣೆಗಾರರಿಗೆ ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ.

ನದಿ, ಉಪನದಿಗಳು, ಸಮುದ್ರತೀರ, ಜ್ವಾಲಾಮುಖಿ, ಭೂಶಿರ ನೀರ್ಗಲ್ಲು

ನದಿಗಳು, ಸಸ್ಯವರ್ಗ ಮುಂತಾದ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಬೃಹತ್ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು, ಪಟ್ಟಣಗಳು, ಹಳ್ಳಿ, ಕಟ್ಟಡಗಳು, ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳು, ಹೆದ್ದಾರಿ, ರೈಲುಮಾರ್ಗ, ರೈಲ್ವೇ ನಿಲ್ದಾಣ, ವಾಹನ ನಿಲ್ದಾಣ (car park) ವಾಹನಗಳು, ಆಟದ ಮೈದಾನಗಳು, ಕೆರೆ ಕುಂಟೆಗಳು ಮುಂತಾದ ಮಾನವ ನಿರ್ಮಿತ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಆಕಾರವು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಪರಿಚಿತವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ಹಾಗೂ ನೇರವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು.

(2) ಗಾತ್ರ (size) : ವಾಯುಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಗಾತ್ರ ಚಿತ್ರಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ: ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಮಾಣದ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ರೈಲುಮಾರ್ಗದ ಅಡ್ಡಪಟ್ಟಿಗಳ (sleepers) ಮೇಲಿರುವ ಎರಡು ಸಮಾನಾಂತರ ಹಳಿಗಳು ವಿಲೀನಗೊಂಡು ಒಂದೇ ಹಳಿಯಂತೆ ಕಂಡುಬಂದು ಗುರುತಿಸಲು ಕಷ್ಟವಾಗಬಹುದು. ಅಂತೆಯೇ ಗಿಡಮರಗಳು ಚಿಕ್ಕ ಚುಕ್ಕಿಗಳಂತೆ ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ದೊಡ್ಡಪ್ರಮಾಣದ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಗುರುತಿಸುವುದು ಸುಲಭ. ಸಣ್ಣಪ್ರಮಾಣದ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವಲ್ಲಿ ನಿರೂಪಕರ ಅನುಭವ ಮತ್ತು ವಿಶ್ಲೇಷಣಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳು ಅತ್ಯಗತ್ಯ.

ಗಾತ್ರದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು.

(a) ಬೃಹತ್ ಸ್ವರೂಪಗಳು : ಅನೇಕ ಚದರ ಮೈಲಿಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಿರುವ ದೊಡ್ಡಗಾತ್ರದವು.

ಉದಾಹರಣೆ: ಭೂಜಲ ಭಾಗಗಳು, ಬೆಟ್ಟಗುಡ್ಡಗಳು, ಮೈದಾನ, ನದೀಕಣಿವೆ, ನದೀಮುಖಜಭೂಮಿ.

(b) ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸ್ವರೂಪಗಳು : ಚಿಕ್ಕಗಾತ್ರದವು.

ಉದಾಹರಣೆ: ಜಲಸ್ತರಗಳು, ಸಸ್ಯಗಳು, ಸ್ಥಳೀಯ ಸ್ವರೂಪಗಳು, ಶಿಲಾರಚನೆ, ಕೆಲವು ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ಸ್ವರೂಪಗಳು.

(3) ಮಾದರಿ (pattern) : ಇದು ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವಾದ ಅಂಶ. ಸ್ವರೂಪಗಳ ಕ್ರಮಬದ್ಧ (orderly) ತೋರಿಕೆಗೆ 'ಮಾದರಿ' ಎಂದು ಹೆಸರು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ದ್ವಿಗಾತ್ರ ಸಮತಲ ಲಕ್ಷಣವಾಗಿದ್ದರೂ, ಕೆಲವು ವೇಳೆ ತ್ರಿಗಾತ್ರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿಯೂ ಇರಬಹುದು. ಮಾದರಿಯು ನದಿ, ತೊರೆಗಳು, ಜಲಾಶಯಗಳು, ರಸ್ತೆ, ಮೈದಾನ, ಗಿಡಮರಗಳು ಮುಂತಾದವುಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ.

ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸ್ವರೂಪಗಳು ಮಾನವ ನಿರ್ಮಿತ ಸ್ವರೂಪಗಳಂತೆ ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾದ, ನೇರವಾದ ಮಾದರಿಯನ್ನಾಗಲೀ ಹಾಗೂ ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾದ ಅಂತರವನ್ನಾಗಲೀ

ಹೊಂದಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅವುಗಳದ್ದೇ ಆದ ವಿಲಕ್ಷಣ ವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆ: ಜಲಾಶಯ ಕಮರಿ, ಕೊರಕಲುಗಳು.

(4) ನೆರಳು (shadow) : ಸ್ವರೂಪಗಳ ನೆರಳು ಅವುಗಳ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ನೆರಳಿನ ಪಾರ್ಶ್ವರೇಖಾಕೃತಿ(profile)ಯಿಂದ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಆಕಾರವನ್ನೂ ಎತ್ತರವನ್ನೂ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಅವುಗಳ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನೂ ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು.

ಉದಾಹರಣೆ : ನೇರಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಬ, ಚಿಮಣಿ, ಗೋಪುರ ನೆತ್ತಿಮೇಲಿನ ನೀರಿನತೊಟ್ಟಿ (overhead tank) ಮುಂತಾದ ನೀಳ ಮತ್ತು ಎತ್ತರವಾದ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ನೆರಳಿನಿಂದ ಮಾತ್ರ ಗುರುತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಸೇತುವೆಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ–ರಚನೆಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಅನೇಕ ವೇಳೆ ನೆರಳಿನ ಸಹಾಯದಿಂದಲೇ ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು.

(5) ಛಾಯೆ (Tone) : ವಾಯುಚಿತ್ರದ ಬಣ್ಣದ ಗಾಢತೆ(depth)ಗೆ ಛಾಯೆಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಚಿತ್ರಗಳ ಛಾಯೆಯು ಚಿತ್ರೀಕರಣ ಸಮಯ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಮೇಲ್ಮೈಲಕ್ಷಣ, ಅವುಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಮಾಣ, ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಚಿತ್ರಪಟಲ ಮತ್ತು ಸೋಸಣಿಗೆಗಳ (filters) ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ತೆಳುಬೂದು (Light gray) ಬಣ್ಣದಿಂದ ದಟ್ಟಬೂದು (dark gray) ಅಥವಾ ಕಪ್ಪು ಬಣ್ಣದವರೆಗೂ ವಿಸ್ತರಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ನಯವಾದ ಮೇಲ್ಮೈಸ್ವರೂಪಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಬಿಳಿ ಅಥವಾ ತೆಳುಬೂದು ಛಾಯೆಯನ್ನೂ, ಒರಟಾದ ಮೇಲ್ಮೈ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ದಟ್ಟಬೂದು ಛಾಯೆಯನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಭೂಭಾಗವು ನೀರು ಸೋಸಿಹೋಗದ ಜಲಾಗಮ್ಯವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಒದ್ದೆಯಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಆ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಅಂತರ್ಜಲ ಮಟ್ಟವು ನೆಲಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿದ್ದಲ್ಲಿ (high water table) ಕೊಂಚ ಬೆಳಕು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸಿ ದಟ್ಟಛಾಯೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಿರದೆ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಛಾಯೆಯು ಮಸುಕಾಗಿದ್ದರೆ ಅದು ಶುಷ್ಕಪರಿಸ್ಥಿತಿ (arid conditions)ಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

(6) **ರಚನೆ (Structure)** : ಭೂಸ್ವರೂಪಗಳ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳ ಛಾಯೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ಪುನರಾವರ್ತನೆಗೆ ರಚನೆಯೆಂದು ಹೆಸರು. ರಚನೆ ಸಮಗ್ರ ವಾಯುಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಸ್ವರೂಪಗಳ ತೆಳು ಮತ್ತು ದಟ್ಟಛಾಯೆಯ ಸಂಯೋಜನೆ. ಆದುದರಿಂದ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ, ಗುಣಲಕ್ಷಣ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನನುಸರಿಸಿ ಛಾಯೆಯ ದಟ್ಟತೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಹೊಂದಿ ತೆಳು ಮತ್ತು ದಟ್ಟಛಾಯೆಗಳ ಪುನರಾವರ್ತನೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇಂಥಾ ಪುನರಾವರ್ತನೆ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಸಮಗ್ರರಚನೆ(Characterstic texture)ಯನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತದೆ. ಸ್ವರೂಪಗಳು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಸಮಗ್ರ

ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಛಾಯೆಯನ್ನು ನೀಡಬಹುದು. ಹಾಗಲ್ಲದೆ ಅನೇಕ ಮೂಲ ಅಂಶ(units)ಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ವಾಯುಚಿತ್ರದ ಪ್ರಮಾಣವು ರಚನೆಯ್ಮೇಲೆ ತನ್ನ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಬೀರುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆ : ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದ ವಾಯುಚಿತ್ರವೊಂದರಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ರೇಖೆಗಳ ಜಾಲವೊಂದು (network) ಒತ್ತಾಗಿ ಕಂಡು ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಛಾಯೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅದನ್ನೇ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಮಾಣದ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಶಿಲಾ ಸಂದುಗಳ ಸಮೂಹ(rock joint system)ವೆಂದು, ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಹೊಂದಿದ ಛಾಯೆಯ ಗಾಢತೆಯಿಂದ ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಛಾಯೆಯ ಪುನರಾವರ್ತನೆಯನ್ನನುಸರಿಸಿ ಸ್ಪರ್ (Spur), ರೌಪ್ (Roup), ಡೆನ್ನಿ (Denny) ಮುಂತಾದವರು ರಚನೆಯನ್ನು ಸ್ಥೂಲ (Coarse), ಒರಟು (rough), ಹೆಣಿಕೆ (matty), ಕಣಕ (grannular), ನಯ (fluffy) ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮ (fine) ಎಂಬುದಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಇವುಗಳ ಕಲ್ಪನೆ, ಅರ್ಥ ಮತ್ತು ವರ್ಣನೆ ಅನುಭವದಿಂದ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ.

ಉದಾಹರಣೆ : ಹೆಚ್ಚು ಅಂತರದ ಜಲಸ್ತರಗಳು ಅಥವಾ ನದಿ—ಉಪನದಿಗಳ ಜಾಲ, ಸ್ಥೂಲರಚನೆಯನ್ನೂ ಅದೇ ಒತ್ತಾದ ಒಂದು ಸಮೂಹ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆಯನ್ನೂ ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ವಾಯುಚಿತ್ರದ ಛಾಯೆಯ ಆಧಾರದ ರಚನೆಗೂ ಶಿಲೆಗಳ ಅಥವಾ ಮಣ್ಣಿನ ರಚನೆಗೂ ಸಂಬಂಧವಿರುವುದಿಲ್ಲ.

(7) **ಬಾಂಧವ್ಯ (Relationship)** ಕೆಲವು ಸ್ವರೂಪಗಳು ಅವುಗಳ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯದಿಂದ ಗುರುತಿಸಲಾರದಷ್ಟು ಅಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿರಬಹುದು. ಅಂತಹ ಪ್ರಸಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಅಥವಾ ಅವು ಇತರ ಸ್ವರೂಪಗಳೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿರುವ ಬಾಂಧವ್ಯದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು.

ಉದಾಹರಣೆ : ನೇರ ಅಥವಾ ಕಮಾನಿನ ಆಕಾರದ ರೇಖೆಯೊಂದರ ಹಿಂದೆ ವಿಶಾಲವಾದ ಒಂದು ಜಲಾಶಯ ಕಂಡುಬಂದಲ್ಲಿ ಆ ರೇಖೆ ಒಂದು ಅಣೆಕಟ್ಟೊ ಎಂದೂ, ನದಿಗಳು, ಕಾಲುವೆಗಳು ಅಥವಾ ಕಮರಿಗಳನ್ನು ಹೆದ್ದಾರಿ, ರೈಲ್ವೇಮಾರ್ಗ ಅಥವಾ ರಸ್ತೆ ಅಡ್ಡಲಾಗಿ ದಾಟುವಂತೆ ಇದ್ದರೆ ಅದು ಸೇತುವೆ ಎಂದೂ ತಿಳಿಯಬೇಕು. ರಸ್ತೆ ಕಾಲುವೆ ಅಥವಾ ರೈಲುಮಾರ್ಗ ಸಣ್ಣ ಪ್ರದೇಶದ ಒಂದು ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿ ಅದೃಶ್ಯವಾಗಿ ಮತ್ತೊಂದು ಪಾರ್ಶ್ವದಿಂದ ಮುಂದುವರಿದರೆ ಅದು ಸುರಂಗಮಾರ್ಗವೆಂದೂ ತಿಳಿಯಬಹುದು.

ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ವರೂಪಗಳ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧದಿಂದ ಒಂದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ ಕಾಣಿಸುವ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು.

ಉದಾಹರಣೆ : ಸಾಲುಮರಗಳ ಬಾಂಧವ್ಯದಿಂದ ಹೆದ್ದಾರಿಗಳನ್ನೂ ಅಡ್ಡಪಟ್ಟಿಗಳು (sleepers), ನಿಲ್ದಾಣಗಳು, ರೈಲುಗಾಡಿಗಳು, ವಿಸ್ತರಿಸುತ್ತಾ ಬರುತ್ತಿರುವ

ಹೊಗೆ ಮುಂತಾದವುಗಳಿಂದ ರೈಲುಮಾರ್ಗಗಳನ್ನೂ, ಮತ್ತು ರೈಲು ನಿಲ್ದಾಣಗಳನ್ನೂ ಗುರುತಿಸಬಹುದು.

ಕಡಿದಾದ ಹಂತಗಳಿಂದ ಸುತ್ತುವರೆದಿರುವ ಹಳ್ಳಗಳನ್ನು ಮೇಲ್ಮೈಗಣಿ(open cast mine)ಗಳಿಂದೂ, ಅಥವಾ ಕಲ್ಲುಗಣಿ(stone quarry)ಗಳಿಂದೂ ಗುರುತಿಸುವುದರ ಜತೆಗೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಹಳ್ಳಕೊಳ್ಳಗಳಿಂದಲೂ ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು.

ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ಆಧಾರಗಳ ಮೇಲೆ 1 : 5000 ಪ್ರಮಾಣದ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಶಿಲಾಸಮುದಾಯಗಳು, ಅವುಗಳ ಬಗೆ, ರಚನೆ, ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಅನೇಕ ವಿಧವಾದ ಮಣ್ಣುಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿ, ಗಿಡಮರಗಳು, ಕಟ್ಟಡಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ವಿವರ, ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳು, ರೈಲ್ವೇ ನಿಲ್ದಾಣ, ವಿಮಾನ ನಿಲ್ದಾಣ, ಮೋಟಾರು ವಾಹನಗಳು ಅವುಗಳ ನಿಲ್ದಾಣ, ಆಟದ ಮೈದಾನ, ರಸ್ತೆ, ಜನರು ಹಾಗೂ ಪ್ರಾಣಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. 1 ; 10 000 ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಮನೆ ಬಮಣಿಗಳು, ಜನರು ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು ಕಷ್ಟ.

[ಮುಂದುವರಿಯುವುದು]

ನಿಮಗೆ ತಿಳಿದಿರಲಿ :

ಪ್ರಪಂಚದ ಹತ್ತು ಮಹಾನದಿಗಳು

		ಉದ್ದ (ಕಿ.ಮೀ. ಗಳಲ್ಲಿ)	ಜಲಾನಯನ ಪ್ರದೇಶ (ಚ.ಕಿ.ಮೀ. ಗಳಲ್ಲಿ)
1.	ಅಮೆಜಾನ್, ಬ್ರೆಜಿಲ್	6437	7050
2.	ರಿಯೊ ಡಿ ಲಾಪ್ಲಾಟಾ–ಪರಾನ, ಅರ್ಜೆಂಟೈನ	4000	4144
3.	ಕಾಂಗೋ, ಆಫ್ರಿಕ	4700	3457
4.	ನೈಲ್, ಈಜಿಪ್ಟ್	6650	3349
5.	ಮಿಸಿಸಿಪಿ–ಮಿಸೌರಿ, ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ	6020	3221
6.	ಆಬ್–ಇರ್‌ಟಿಷ್, ರಷ್ಯಾ	5410	2975
7.	ಎನಿಸಿ, ರಷ್ಯಾ	5540	2580
8.	ಲೆನಾ, ರಷ್ಯಾ	4400	2490
9.	ಯಾಂಗ್‌ಟ್ಸೆ, ಚೀನಾ	5494	1959
10.	ಆಮೂರ್, ರಷ್ಯಾ	2824	1855

[ಆಕರ '*Encyclopaedia Britannica*']

ಎಸ್. ನಂಜುಂಡರಾವ್

ಮಾನವಶರೀರದ ಜೀವ ಅಂಕಗಣಿತ ವೃತ್ತಾಂತ*

ಮಾನವಶರೀರ ಒಂದು ಅದ್ಭುತ ವ್ಯವಸ್ಥೆ. ಆಧುನಿಕ ತಂತ್ರವಿದ್ಯೆಯಿಂದ ನಮಗೆ ಲಭ್ಯವಾಗಿರುವ ವಿಸ್ಮಯಕಾರಿ ಯಂತ್ರಗಳಿಗಿಂತ, ಅದು ಖಂಡಿತ ಅದ್ಭುತವಾದದ್ದು. ಅದರ ಆರೋಗ್ಯ ಮತ್ತು ಸಮರ್ಪಕ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆ ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬರಿಗೂ ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ. ವೈದ್ಯಕೀಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ದೇಹರಚನೆ ಮತ್ತು ಶರೀರವಿಜ್ಞಾನ ಇವನ್ನು ಕಲಿಯುವುದರಲ್ಲಿ ಬಹುಕಾಲವನ್ನು ಕಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ಈ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಶಸ್ತ್ಯ ಸಿಗದಿರುವಂಥ ಕೆಲವು ಅಂಕಗಣಿತೀಯ, ಬೀಜ ಗಣಿತೀಯ, ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ದೃಷ್ಟಿಗಳಿವೆ. ಇವು ಪರಿಮಾಣಾತ್ಮಕವಾದವು ; ಮತ್ತು ಕ್ರಿಯಾ ಭಾಗಿಗಳಾಗುವ ವಸ್ತುಗಳ ಪರಿಮಾಣ ದರ್ಜೆಗಳತ್ತ ನಮ್ಮ ಲಕ್ಷ್ಯ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬಲ್ಲವು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ನಮ್ಮ ಶಾಲೆ ಮತ್ತು ಪದವಿಪೂರ್ವ ಕಾಲೇಜುಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಗಣಿತ, ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ, ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕುತೂಹಲವಾದ ಅಭ್ಯಾಸಗಳಾಗಿ ಓದಬಹುದು. ಈ ಅಭ್ಯಾಸಗಳು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ, ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ, ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಗಳನ್ನು ಒಂದುಗೂಡಿಸಲು ಸಹಾಯಕವಾಗುವುವು. ಇಂಥ ಅಂತರಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿಯೇ ನೀಡಬೇಕು.

ಕಾಲ ಮತ್ತು ಕೆಲಸ, ಬಡ್ಡಿ ಮತ್ತು ಸೋಡಿ ಈ ತರಹದ ಕೆಲವು ವ್ಯಾಪಾರೀ ಸಂಬಂಧವಾದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಅಂಕಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆಂದೂ ಅಥವಾ ಗಣಿತಜ್ಞರಿಂದ ನಿರೂಪಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಕೆಲವು ಪರಿಪೂರ್ಣ ಚಿತ್ರಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮಾತ್ರ ರೇಖಾಗಣಿತ ತೊಡಗಿರುತ್ತದೆಂದೂ ಅಥವಾ ಕೆಲವು ಅಮೂರ್ತ ಚಿಹ್ನೆಗಳೊಡನೆ ಮಾತ್ರ ಬೀಜಗಣಿತ ವ್ಯವಹರಿಸುತ್ತದೆಂದೂ ನಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಭಾವಿಸಬಾರದು. ಮಾನವನ ದೇಹರಚನೆ ಮತ್ತು ಶರೀರವಿಜ್ಞಾನದ ಒಳನೋಟಗಳನ್ನು ನೋಡಲು

* ಆಧಾರ: 'Bio-Arithmetic of the Human Body–J. N. Kapur', Everyman's Science, Feb-Mar., 1977.

ಸಹ ಈ ವಿಷಯಗಳು ನಮಗೆ ಸಹಾಯಮಾಡಬಲ್ಲವು. ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ, ಶರೀರದ ರಚನೆಯು ಅಂಕಗಣಿತ, ರೇಖಾಗಣಿತ, ಬೀಜಗಣಿತ ಮತ್ತು ಉನ್ನತ ಮಟ್ಟದ ಗಣಿತದಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಆಕರ್ಷಣೀಯವಾದ ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿ, ಈ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಇನ್ನೂ ಉತ್ತಮವಾಗಿ ಕಲಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಬಲ್ಲದು.

ನಮ್ಮ ಶರೀರದಲ್ಲಿ 96 ಸಾವಿರ ಕಿಲೋಮಿಟರ್ ಉದ್ದದ ರಕ್ತನಾಳಗಳಲ್ಲಿ ರಕ್ತ ಹರಿಯುತ್ತದೆಂದೋ ಅಥವಾ 12 ಲಕ್ಷ ಕೆಂಪು ರಕ್ತಕೋಶಗಳು ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೂ ಸಾಯುತ್ತವೆಂದೋ ಅಥವಾ ಒಬ್ಬನ ಆಯುಷ್ಯದಲ್ಲಿ 5 ಲಕ್ಷ ಟನ್ ರಕ್ತವನ್ನು ಹೃದಯ ಹೊರಹಾಕುತ್ತದೆಂದೋ 'ರೀಡರ್ಸ್ ಡೈಜೆಸ್ಟ್'ನಲ್ಲಿ ರ್‍ಯಾಟ್‌ಕ್ಲಿಫ್‌ರವರ ಲೇಖನವನ್ನು ಓದಿದಾಗ ನಮಗೆ ವಿಸ್ಮಯವಾಗುವುದು ಸಹಜ. ಆದರೆ ಈ ಬಿಡಿ ಸಂಗತಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಾವೇನೂ ಆಶ್ಚರ್ಯ ಪಡಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಪರಿಮಾಣಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿರುವ ಈ ಅಂಶಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸರಪಳಿಯಂತೆ ಸೇರಿರುವುದರಿಂದ ಮೂಲ ರೂಪದ ಗಣಿತದಿಂದಲೇ ಒಂದರಿಂದ ಇನ್ನೊಂದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಮುಂದಿನ ಪರಿಚ್ಛೇದಗಳಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದೆ.

ವಾಯುಕೋಷ್ಠಿಕ ಚೀಲಗಳು :

ನಾವು ಉಸಿರಾಡುವ ವಾಯು ಶ್ವಾಸನಾಳದ ಮೂಲಕ ಮೊದಲು ಎರಡು ಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಭಾಗವೂ ಎರಡಾಗಿ, ಇದೇರೀತಿ 20 ರಿಂದ 22 ಸಲ ಎರಡೆರಡಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಂತಿಮ ನಾಳದಲ್ಲಿಯೂ ಸುಮಾರು 300 ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲಗಳಿರುವುವು. ಒಂದೊಂದು ಚೀಲದ ವ್ಯಾಸ 75 ರಿಂದ 300 ಮೈಕ್ರಾನ್‌ಗಳು (1 ಮೈಕ್ರಾನ್ $=10^{-6}$ ಮಿಟರ್ $=0.000001$ ಮಿ $=10^{-3}$ ಮಿ.ಮಿ $=0.001$ ಮಿ.ಮಿ.). ನಾಳಗಳ ಮೊತ್ತ 2^{20} ರಿಂದ 2^{22} ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಈಗ $2^{20}=(2^{10})^2=(1024)^2\approx(1000)^2=10^6=10$ ಲಕ್ಷ. ಹೀಗೆ ನಾಳಗಳ ಮೊತ್ತ 10 ಲಕ್ಷದಿಂದ 40 ಲಕ್ಷಗಳಾಗಿರಬಹುದು ಮತ್ತು ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲಗಳ ಮೊತ್ತ 30 ಕೋಟಿಯಿಂದ 120 ಕೋಟಿಗಳಾಗಬಹುದು.

ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲದ ಸರಾಸರಿ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು 100 ಮೈಕ್ರಾನ್‌ಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ $=4\pi(10^{-4})^2$ ಚ.ಮಿ $\approx10^{-7}$ ಚ.ಮಿ. ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲಗಳ ಒಟ್ಟು ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ $=300\times10^6\times10^{-7}=30$ ಚ.ಮಿ. ನಿಂದ 120 ಚ.ಮಿ. ವರೆಗೂ ಇರಬಹುದು. ಈ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ 70 ಚ.ಮಿ. ಇರಬಹುದೆಂದು ಅಂದಾಜುಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಮಾನವನ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ 1.7 ಚ.ಮಿ.ಗಳಾಗಿರುವುದರಿಂದ ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲಗಳನ್ನು ಅವನ

ಮೇಲೆ ಹರಡಿದರೆ ಸುಮಾರು 40 ಸಲ ಅವನನ್ನು ಅವುಗಳಿಂದ ಮುಚ್ಚಬಹುದು. ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಹರಡಿದರೆ ಒಂದು ಬ್ಯಾಡ್‌ಮಿಂಟನ್ ಮೈದಾನದಷ್ಟಾಗಬಹುದು. ಈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ನಮಗೆ ಬಹಳ ಮುಖ್ಯ. ಏಕೆಂದರೆ ನಾವು ಉಚ್ಛ್ವಸಿಸುವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನೂ ನಿಶ್ವಸಿಸುವ ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡೂ ಇದರ ಮೂಲಕವೇ ಹಾಯುತ್ತವೆ.

ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲದ ಗಾತ್ರ ಸುಮಾರು $(4/3)\pi\ (10^{-4})^3 \approx 4\times10^{-12}$ ಘ.ಮೀ. ಹೀಗೆ ಎಲ್ಲ ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲಗಳ ಒಟ್ಟು ಗಾತ್ರ ಸುಮಾರು 10^{-3} ಯಿಂದ 10^{-2} ಘ.ಮೀ. ಆಗಿರಬಹುದು. 1 ಘ.ಮೀ. $= 10^6$ ಘ.ಸೆಂ.ಮೀ. $= 10^3$ ಲೀಟರ್ ಆದ್ದರಿಂದ ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲಗಳ ಗಾತ್ರ 1 ಲೀ. ನಿಂದ 10 ಲೀ. ಆಗಿರಬಹುದು. ಪುಪ್ಪುಸದ ಧಾರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ 5 ರಿಂದ 6 ಲೀ. ಎಂದು ಅಂದಾಜುಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಉಚ್ಛ್ವಾಸದಲ್ಲಿಯೂ ½ ಲೀಟರ್ ಅಥವಾ 500 c.c., ವಾಯುವನ್ನು ಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 350 c.c. ವಾಯು ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲಗಳಿಗೆ ಹೋದರೆ, ಉಳಿದ 150 c.c. ವಾಯು ನಿರುಪಯುಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚು ವ್ಯಾಯಾಮ ಮಾಡಿದಾಗ ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಜಾಸ್ತಿ ವಾಯುವನ್ನು ಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ವಾಯುವನ್ನು ತನ್ನೊಳಗೆ ಹೊಂದಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಪುಪ್ಪುಸಕ್ಕಿದೆ.

ಪುಪ್ಪುಸಗಳಲ್ಲಿಯ ಲೋಮನಾಳಗಳು :

ಪುಪ್ಪುಸಗಳಿಗೆ ರಕ್ತವನ್ನು ಸರಬರಾಜುಮಾಡುವ ಸಂಯಂತ್ರ (ಮೆಕ್ಯಾನಿಸಮ್), ಅವುಗಳಿಗೆ ವಾಯುವನ್ನು ಸರಬರಾಜುಮಾಡುವ ಸಂಯಂತ್ರದಷ್ಟೇ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಮತ್ತು ಕುತೂಹಲಕಾರಿ. ಗುಂಡಿಗೆಯ ಬಲಹೃತ್ಕುಕ್ಷಿ ಮಲಿನ (ಆಕ್ಸಿಜನ್ ರಹಿತ) ರಕ್ತವನ್ನು ಪುಪ್ಪುಸಗಳ ರಕ್ತನಾಳಗಳಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಿದಾಗ, ಅದು ಸುಮಾರು 7 ರಿಂದ 10 ಮೈಕ್ರಾನ್ ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ಲಕ್ಷೋಪಲಕ್ಷ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಕೊಳವೆಗಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟು ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲಗಳ ಮೇಲೆ ಬಲೆಗಳಂತೆ ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೊಳವೆಯ ಉದ್ದ ಸುಮಾರು 10 ಮೈಕ್ರಾನ್, ಸರಾಸರಿ ವ್ಯಾಸ 8 ಮೈಕ್ರಾನ್. ಇಂಥ ಕೊಳವೆಗಳು ಸುಮಾರು 28×10^{10} ಇರಬಹುದು.

ಹೀಗೆ ಪುಪ್ಪುಸಗಳ ರಕ್ತನಾಳಗಳ ಒಟ್ಟು ಉದ್ದ $= 28\times10^{10}\times10$ ಮೈಕ್ರಾನ್ಸ್
$= 28\times10^{10}\times10^{-5}$ ಮೀಟರ್ಸ್
$= 2800$ ಕಿ ಮೀ.ಗಳು

ಫುಪ್ಫುಸಗಳ ರಕ್ತನಾಳಗಳ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ =

$28 \times 10^{10} \times 10^{-5} \times 2\pi \times (4 \times 10^{-6})$ ಚ. ಮೀ.ಗಳು

$\approx$ 70 ಚ.ಮೀ.ಗಳು

ಫುಪ್ಫುಸಗಳ ರಕ್ತನಾಳಗಳ ಒಟ್ಟು ಗಾತ್ರ =

$28 \times 10^{10} \times 10^{-5} \times 2\pi \times (4 \times 10^{-6})^2$ ಘ.ಮೀ. ಗಳು

= 140 ಮಿ.ಲಿ.ಗಳು

ಈ ರಕ್ತನಾಳಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಜೋಡಿಸಿ ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಹರಡಿದರೆ, ಶ್ರೀನಗರದಿಂದ ಕನ್ಯಾಕುಮಾರಿಯವರೆಗೂ ಇರುವ ದೂರದಷ್ಟಾಗುವುದು. ಇವುಗಳ ಗಾತ್ರ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದರೂ, ಮೇಲ್ಮೈವಿಸ್ತೀರ್ಣವು ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲಗಳವಷ್ಟೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಹೃದಯದ ರಕ್ತನಾಳಗಳ ವ್ಯವಸ್ಥೆ :

ದೇಹದಲ್ಲಿಯ ಒಟ್ಟು ರಕ್ತದ ಘನಗಾತ್ರವನ್ನು ಅನೇಕ ವಿಧಗಳಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಗುಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ (ಡೋಸ್) ಗ್ಲೂಕೋಸನ್ನು ದೇಹದೊಳಗೆ ನುಗ್ಗಿಸಿ, ಅದರ ಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಾದ ಹೆಚ್ಚುವರಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಒಂದು ವಿಧಾನ. ಇನ್ನೂ ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ ಬೇಕಾದರೆ ಗ್ಲೂಕೋಸಿನ ಉಪಾಪಚಯ ಹೀರಿಕೆಯನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಯಾವ ವಿಧವೇ ಆಗಲಿ, ರಕ್ತದ ಒಟ್ಟು ಘನಗಾತ್ರ 5 ರಿಂದ 6 ಲೀಟರ್‌ಗಳೆಂದು ಅಂದಾಜುಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಗುಂಡಿಗೆ, ಅಯೋರ್ಟ (ಎಡಹೃತ್ಕುಕ್ಷಿಯಿಂದ ಹೊರಡುವ ಶುದ್ಧರಕ್ತನಾಳ), ಮುಖ್ಯ ರಕ್ತನಾಳಗಳು, ಸಣ್ಣ ಅಥವಾ ಕೊನೆಯ ರಕ್ತನಾಳಗಳು, ಲೋಮನಾಳಗಳು ಇವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಈ ರಕ್ತ ವ್ಯಾಪಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಎಲ್ಲ ರಕ್ತನಾಳಗಳೂ ಫುಪ್ಫುಸಗಳ ರಕ್ತನಾಳಗಳ ಅಳತೆಯಷ್ಟೇ ಇರುತ್ತವೆಯೆಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಂಡರೆ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಅಂಶಗಳು ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತವೆ.

140 ಮಿ.ಲೀ. ರಕ್ತಕ್ಕೆ 2800 ಕಿ.ಮೀ. ಉದ್ದದ ರಕ್ತನಾಳಗಳು ಬೇಕಾಗಿರುವುದರಿಂದ, 5 ಲೀಟರ್ ರಕ್ತಕ್ಕೆ 1 ಲಕ್ಷ ಕಿ.ಮೀ. ಉದ್ದದ ರಕ್ತನಾಳಗಳು ಬೇಕು. ಈ ರಕ್ತನಾಳಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಜೋಡಿಸಿದರೆ, ಭೂಮಧ್ಯರೇಖೆಯ ಮುಖಾಂತರ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ಎರಡಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಬಾರಿ ಸುತ್ತಿದಂತೆ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಹಾಗೆಯೇ 140 ಮಿ.ಲೀ. ರಕ್ತಕ್ಕೆ 70 ಚ.ಮೀ. ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವುಳ್ಳ ರಕ್ತನಾಳಗಳು ಬೇಕಾಗಿರುವುದರಿಂದ 5 ಲೀಟರ್ ರಕ್ತಕ್ಕೆ 2,500 ಚ.ಮೀ. ವಿಸ್ತೀರ್ಣವುಳ್ಳ ರಕ್ತನಾಳಗಳುಬೇಕು. ಹರಡಿದರೆ ಈ ರಕ್ತನಾಳಗಳು ಒಂದು ಕ್ರಿಕೆಟ್ ಮೈದಾನ ವನ್ನೇ ಆವರಿಸಬಹುದು !

ಈ ಮೇಲೆ ಲೋಮನಾಳಗಳ ಮತ್ತು ಮಲಿನರಕ್ತನಾಳಗಳ ವಿಚಾರವನ್ನು

ಚರ್ಚಿಸಿದೆವು. ರಕ್ತ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಹರಿಯುತ್ತದೆಂದು ತಿಳಿಯಬಾರದು. ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ರಕ್ತ ಈ ಮುಂದಿನಂತೆ ಹಂಚಿಕೆಗೊಂಡಿದೆ : ರಕ್ತನಾಳಗಳಲ್ಲಿ (8%), ಸಣ್ಣ ಅಥವಾ ಕೊನೆಯ ರಕ್ತನಾಳಕಳಲ್ಲಿ (1%), ಲೋಮನಾಳಗಳಲ್ಲಿ (5%); ದೇಹದಲ್ಲಿಯ ಮಲಿನರಕ್ತನಾಳಗಳ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ (54%) ಮತ್ತು ಫುಪ್ಪುಸಗಳ ರಕ್ತಪ್ರವಾಹದ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ (18%).

ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್‌ಗಳ ವಿನಿಮಯ :

2,800 ಕಿ.ಮಿ. ಉದ್ದದ ಮತ್ತು 70 ಚ.ಮಿ. ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವುಳ್ಳ ಫುಪ್ಪುಸಗಳ ಲೋಮನಾಳಗಳಲ್ಲಿ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್‌ಗಳ ವಿನಿಮಯ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ವಿನಿಮಯ, ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಫುಪ್ಪು ಸಗಳ ಲೋಮನಾಳಗಳಲ್ಲಿರುವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್‌ಗಳ ಆಂಶಿಕ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.

ನಾವು ಉಚ್ಛ್ವಸಿಸುವ ವಾಯುವಿನ ಒತ್ತಡ ಸುಮಾರು 760 ಮಿ.ಮಿ. Hg; ಅದರಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 20.95%ರಷ್ಟು ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಇರುವುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಒತ್ತಡ $=\frac{20.95}{100}\times 760 =$ ಸುಮಾರು 15.9 ಮಿ.ಮಿ. Hg ; ಹಾಗೆಯೇ ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡಿನ ಒತ್ತಡ$=\frac{0.04}{100}\times 760=0.30$ ಮಿ.ಮಿ. Hg ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿರುವ ಒತ್ತಡದ ಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ:

ಅನಿಲ	ಉಚ್ಛ್ವಸಿಸಿದ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ	ನಿಶ್ವಸಿಸಿದ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ	ವಾ ಕೋ. ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ	ಮಲಿನ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ
ಆಕ್ಸಿಜನ್	159	116	100	40
ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್	0.3	30	39	46
ನೈಟ್ರೊಜನ್	596	575	547	570
ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿಯ ತೇವ	5.0	39	47	47
ಒಟ್ಟು	760	760	733	703

ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲಗಳಿಂದ ಪುಪ್ಪುಸಗಳ ಲೋಮನಾಳಗಳಿಗೆ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ತಳ್ಳಲು ಒತ್ತಡದ ವ್ಯತ್ಯಾಸ 60 ಮಿ.ಮಿೀ. Hg. ಆಗಿದ್ದರೆ ಸಾಕು. ಹಾಗೆಯೇ 6 ರಿಂದ 7 ಮಿ.ಮೀ. Hg ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ಒತ್ತಡದ ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡನ್ನು ಪುಪ್ಪುಸಗಳಿಂದ ವಾ.ಕೋ. ಚೀಲಗಳಿಗೆ ತಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡಿಗೆ ಒತ್ತಡದ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಆಕ್ಸಿಜನ್‌ಗಿಂತ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದರೂ ರಕ್ತರಸದಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಕರಗುವಿಕೆ ಆಕ್ಸಿಜನ್‌ಗಿಂತ ಇಪ್ಪತ್ತರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿರುವುದರಿಂದ ಅದರ ವಿಸ್ತರಣೆ ನಮಗೆ ಬಹಳ ಮುಖ್ಯ.

ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ವ್ಯಯ :

ಉಚ್ಛ್ವಸಿಸಿದ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ಆಕ್ಸಿಜನ್ 20.95% ಇದ್ದರೆ, ನಿಶ್ವಸಿಸಿದ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ 16.4% ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತದೆ. ವಿಶ್ರಾಂತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಒಬ್ಬ ಒಂದು ಮಿನಿಟಿಗೆ 12 ಬಾರಿ ½ ಲೀಟರ್ ವಾಯುವನ್ನು ಅಂದರೆ ಒಂದು ಗಂಟೆಗೆ ಸುಮಾರು 360 ಲೀಟರ್ ವಾಯುವನ್ನು ಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಾನೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 175 ಲೀಟರ್ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಇದ್ದರೂ, ನಿಶ್ವಸಿಸಿದಾಗ ಸುಮಾರು 160 ಲೀಟರ್‌ನಷ್ಟು ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ದಿವಸವೊಂದರಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 360 ಲೀಟರ್‌ನಷ್ಟು ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ನಮ್ಮ ದೇಹ ವಿಶ್ರಾಂತಿಯಲ್ಲಿರುವಾಗ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಎಂದಾಯಿತು. 22.4 ಲೀಟರ್ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ತೂಕ 32 ಗ್ರಾಮ್ ಆದ್ದರಿಂದ ದೇಹ ಒಂದು ದಿವಸದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 520 ಗ್ರಾಮ್ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 200 ಕಿ.ಗ್ರಾಮ್‌ಗಳೂ, ಒಬ್ಬನ ಜೀವಮಾನದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 11 ಮೆಟ್ರಿಕ್ ಟನ್‌ಗಳೂ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಪ್ರತಿವರ್ಷದಲ್ಲೂ ಸುಮಾರು 10^{12} ಕಿ.ಗ್ರಾಮ್ ಅಥವಾ 10^{9} ಮೆಟ್ರಿಕ್ ಟನ್‌ಗಳಷ್ಟು ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಮಾನವಜನಾಂಗ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತದೆ.

ಉಚ್ಛ್ವಸಿಸಿದ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ 0.04%ನಷ್ಟು ಇದ್ದರೂ, ನಿಶ್ವಸಿಸಿದ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ಅದು ಸುಮಾರು 4.5%ನಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ. 22.4 ಲೀಟರ್ ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡಿನ ತೂಕ 44 ಗ್ರಾಮ್ (at STP). ಆದ್ದರಿಂದ ವಾಯುವಿಗೆ ಮನುಷ್ಯನ ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡಿನ ಕೊಡುಗೆ, ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಸೇವನೆಗಿಂತ 20% ಜಾಸ್ತಿ.

ಪ್ರತಿಸಲವೂ ಸುಮಾರು 500 c.c.ಯಷ್ಟು ವಾಯುವನ್ನು ಉಚ್ಛ್ವಸಿಸಿದರೂ, ಸುಮಾರು 350 c.c.ಯಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಪುಪ್ಪುಸದ ವಾಯುಕೋಷ್ಠಿಕಗಳಿಗೆ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಪುಪ್ಪುಸದ ಲೋಮನಾಳಗಳಲ್ಲಿ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡಿನ ವಿನಿಮಯಕ್ಕೆ ಇದು ಸಾಕು. ವಿಶ್ರಮಿಸುತ್ತಿರುವ ಒಬ್ಬನ ಜೀವಕ್ರಿಯೆಗೆ, ಒಂದು ಮಿನಿಟಿಗೆ ಸುಮಾರು 200 ಮಿ.ಲೀ.ನಷ್ಟು ವಾಯು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ದೇಹಕ್ಕೆ ಶ್ರಮವಾದಾಗ ಈ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಸುಮಾರು 5 ಲೀ.ನಷ್ಟಾಗಬಹುದು. ಹೀಗೆ ನಮಗೆ

ಒಂದು ಗಂಟೆಗೆ 12 ಲೀ.ನಷ್ಟು ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಬೇಕು. ಇದು ಉಚ್ಛ್ವಸಿಸಿದ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ವ್ಯಾಯಾಮ ಮಾಡುವಾಗ ಜಾಸ್ತಿ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಬೇಕು. ಆದ್ದರಿಂದ ನಾವು ಒಳಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುವ ವಾಯುವಿನ ಪರಿಮಾಣವೂ ಜಾಸ್ತಿ.

ರಕ್ತ :

ಶರೀರದಲ್ಲಿ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಒಯ್ಯುವ ಪ್ರಮುಖ ಸಾಧನವೇ ರಕ್ತ. ಪ್ಲಾಸ್ಮ (ರಸ) ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ನೀರಿನ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ತೇಲಾಡುವ ಕೋಶಗಳೇ ರಕ್ತ. ಒಂದು c.c. ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 5×10^9 ಕೆಂಪುರಕ್ತಕೋಶಗಳು ಅಥವಾ ಎರಿತ್ರೊಸೈಟ್ಸ್, ಸುಮಾರು 2.5×10^8 ಪ್ಲೇಟ್‌ಲಿಟ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಸುಮಾರು 10^7 ಬಿಳಿಯಕೋಶಗಳು ಇವೆ. ರಕ್ತದಲ್ಲಿರುವ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುಪಾಲು ಕೆಂಪುರಕ್ತಕೋಶಗಳು. ಅವು ರಕ್ತದ ಸುಮಾರು 45% ಭಾಗವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸಿವೆ. ಕೆಂಪುಕೋಶಗಳ ಆಂಶಿಕ ಗಾತ್ರದ ಭಾಗವನ್ನು ಹೆಮಟೋಕ್ರಿಟ್ ಎಂದೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.

5 ಲೀಟರ್ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 25×10^{12} ಕೆಂಪುಕೋಶಗಳಿವೆ. ಕೆಂಪುಕೋಶದ ಸರಾಸರಿ ಆಯುಷ್ಯ 120 ದಿವಸಗಳು. ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರತಿಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಸಾಯುವ ಕೆಂಪುಕೋಶಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ $\dfrac{25\times10^{12}}{120\times24\times60\times60}=2.4\times10^6$. ಇದು ರ್‍ಯಾಟ್‌ಕ್ಲಿಫ್ ಅವರ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಎರಡರಷ್ಟಿದೆ.

ಮಾನವನ ಆಯುಷ್ಯದ 60–70 ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಸೇವೆಸಲ್ಲಿಸುವ ಕೆಂಪುಕೋಶಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸುಮಾರು 5×10^{15}. ಅವುಗಳ ಒಟ್ಟು ಗಾತ್ರ ಸುಮಾರು $2.25\times200=450$ ಲೀಟರ್. ಹೀಗೆ ಒಬ್ಬನ ಜೀವಮಾನದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು $\frac{1}{2}$ ಟನ್ನಿನಷ್ಟು ಕೆಂಪುಕೋಶಗಳು ತಯಾರಾಗುತ್ತವೆ. ಇವು ದೇಹದ ಸುಮಾರು 60 ಶತಕೋಟಿ ಕೋಶಗಳಿಗೆ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಸರಬರಾಜುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಒಂದು c.c. ರಕ್ತದಲ್ಲಿರುವ ಕೆಂಪುಕೋಶಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಈ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ವಾಸಿಸುತ್ತಿರುವ ಮಾನವರ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತಲೂ ಅಧಿಕ.

25×10^{12} ಕೋಶಗಳು ಸುಮಾರು $0.45\times5=2.25$ ಲೀಟರಿನಷ್ಟು ಗಾತ್ರವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸುವುದರಿಂದ ಒಂದು ಕೆಂಪುಕೋಶದ ಸರಾಸರಿ ಗಾತ್ರ$=\dfrac{2250}{25\times10^{12}}$ c.c. $=9\times10^{-11}$ c.c. $=9\times10^{-17}$ ಘ.ಮಿ. $=90\ (\mu m)^3$ [$\mu m=$ ಮೈಕ್ರೊಮೀಟರ್, $1\ \mu m=10^{-6}$ಘ.ಮಿ.].

ಕೆಂಪುಕೋಶದ ಆಕಾರ ಒಳಬಾಗಿರುವ ತಟ್ಟೆಯಂತಿದೆ. ಇದರ ಸರಾಸರಿ ವ್ಯಾಸ $8\mu m$ ಮತ್ತು ನಡುವಿನಲ್ಲಿ ಇದರ ಮಂದ ಸುಮಾರು $1\mu m$, ಕೊನೆಗಳಲ್ಲಿ $2.2\ \mu m$. ಇವುಗಳಿಂದ ಕೆಂಪುಕೋಶದ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಇದರ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಸುಮಾರು $140(\mu m)^2$. ಆದ್ದರಿಂದ ಎಲ್ಲ ಕೆಂಪುಕೋಶಗಳ

ಒಟ್ಟು ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಸುಮಾರು $25 \times 10^{12} \times 140\ (\mu m)^2 = 3500$ ಚ.ಮಿ. ಇದು ಬಹಳ ಮುಖ್ಯ. ಏಕೆಂದರೆ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ವ್ಯಾಪಿಸುವುದು ಈ ಎಲ್ಲ ಕೋಶಗಳ ಮೂಲಕವೇ.

ಶರೀರಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿ :

ಒಂದು ಮಿನಿಟಿಗೆ ಸುಮಾರು 5 ಲೀಟರಿನಷ್ಟು ರಕ್ತ ಹೃದಯದಿಂದ ಹೊರ ಬರುವುದರಿಂದ, ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ $5 \times 10^3 \times 60 \times 24 \times 365 = 2628 \times 10^6$ c.c. ಯಷ್ಟು ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ಇದರ ತೂಕ ಸುಮಾರು 2750 ಮೆಟ್ರಿಕ್‌ಟನ್ನುಗಳು. ಹೀಗೆ ಒಬ್ಬನ ಸರಾಸರಿ ಆಯುಷ್ಯದಲ್ಲಿ 50 ಸಾವಿರ ಟನ್‌ಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ರಕ್ತ ಹೃದಯದಿಂದ ದೂಡಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

100 ಮಿ.ಮಿ. Hg ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಎದುರಾಗಿ ಮಿನಿಟಿಗೆ 5,000 c.c. ಯನ್ನು ಹೊರಹಾಕಲು ಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿ $\frac{5000}{60} \times \frac{100}{10} \times 13.6 \times 980 \approx 10^7$ ergs/sec = 1 w.

ರಕ್ತವನ್ನು ಸಾಗಿಸಲು ಹೃದಯದ ಮಾಂಸಖಂಡಗಳು ಒಂದು ದಿವಸದಲ್ಲಿ ಮಾಡುವ ಕಾರ್ಯ $10^7 \times 60 \times 60 \times 24 = 20.6$ ಕೆಲೊರಿಗಳು. ಶರೀರಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಇದು ಶೇ. 1ರಷ್ಟು. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಹೃದಯವನ್ನು ಬಿಗಿತದಲ್ಲಿಡಲು ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹತ್ತರಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಹೃದಯಕ್ಕೆ ಬೇಕು. ರಕ್ತವನ್ನು ದೂಡಲು ಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿ, ಶರೀರಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಭಾಗಮಾತ್ರ.

ವಿಶ್ರಮಿಸುತ್ತಿರುವ ಒಬ್ಬನ ಜೀವನಕ್ರಿಯೆಗೆ ಮಿನಿಟಿಗೆ ಸುಮಾರು 250 ಮಿ.ಲೀ. ನಷ್ಟು ಆಕ್ಸಿಜನ್ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ವ್ಯಾಯಾಮ ಮಾಡುವಾಗ ಇದರ ಪರಿಮಾಣ ಬಹಳ ಜಾಸ್ತಿ. ಈ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ ದೇಹಕ್ಕೆ ಆವಶ್ಯಕ ವಾಗುವ ಕೆಲೊರಿಗಳು ಎಷ್ಟು ಎಂಬುದನ್ನು ಶೋಧಿಸಬಹುದು. ಕಾರಣವೇನೆಂದರೆ, ದೇಹದೊಳಗೆ ಶರ್ಕರ, ಸಸಾರಜನಕ ಅಥವಾ ಮೇದಸ್ಸು ಯಾವುದೇ ಉತ್ಕರ್ಷಿತ ವಾದರೂ ದತ್ತ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಉಷ್ಣ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದು. ಒಂದು ಲೀಟರ್ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಮೇದಸ್ಸಿನಿಂದ 4.7 ಕೆಲೊರಿಗಳು, ಶರ್ಕರಗಳಿಂದ 5 ಕೆಲೊರಿ ಗಳು, ಸಸಾರಜನಕದಿಂದ 4.5 ಕೆಲೊರಿಗಳಷ್ಟು ಉಷ್ಣ ಉತ್ಪಾದಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಲೀಟರ್ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಸರಾಸರಿ 4.8 ಕೆಲೊರಿಗಳಷ್ಟು ಉಷ್ಣವಿದೆಯೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಲಾಗಿದೆ. ವಿಶ್ರಾಂತಿಯಲ್ಲಿರುವಾತ ಒಂದು ದಿವಸದಲ್ಲಿ ಆತ ಉಚ್ಛ್ವಸಿಸಿದ ವಾಯುವಿ ನಿಂದ ಸುಮಾರು 360 ಲೀ. ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಪಡೆಯುವುದರಿಂದ $4.8 \times 360 = 1728$ ಕೆಲೊರಿಗಳು ಇದಕ್ಕೆ ಅನುರೂಪವಾಗಿವೆ. ಚಟುವಟಿಕೆಯಿಂದಿರುವ ಒಬ್ಬನ ಆವಶ್ಯಕತೆ ದಿವಸಕ್ಕೆ 3,000 ದಿಂದ 4,000 ಕೆಲೊರಿಗಳು.

ಬೆನೆಡಿಕ್ಟ್ ಮತ್ತು ರಾಥ್ ಎಂಬವರು ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಉಪಕರಣದಿಂದ ಮೂಲ ಉಪಾಪಚಯದರವನ್ನು (ಎಂದರೆ ಮಾಂಸಖಂಡಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಮಿದುಳಿಗೆ ಎಷ್ಟು ಸಾಧ್ಯವೊ ಅಷ್ಟು ವಿಶ್ರಾಂತಿ ದೊರಕಿದಾಗ ಆಗುವ ಉಷ್ಣಮಾನದ ಪರಿಮಾಣ (ಸಾಧಾರಣ ಭೋಜನವಾದ 12 ರಿಂದ 14 ಗಂಟೆಗಳಲ್ಲಿ)) ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಈ ಉಪಾಪಚಯದರ ದೇಹತೂಕಕ್ಕಿಂತ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಪ್ರಮಾಣಾನು ಗುಣವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಈ ಉಪಕರಣದಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

ದೇಹದ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಈ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯ ಬಹುದು :

$A = W^{0.425} \times H^{0.725} \times 71.84$. ಇಲ್ಲಿ A = ಚ.ಮೀ.ಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ, W = ಕಿ.ಗ್ರಾಮ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ತೂಕ, H=ಸೆಂ.ಮೀ.ಗಳಲ್ಲಿ ಎತ್ತರ. 25 ರಿಂದ 50 ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನವರಲ್ಲಿ ಮೂಲ ಉಪಾಪಚಯ ದರದ ಸರಾಸರಿ ಮಾನ ಒಂದು ಗಂಟೆಗೆ ಶರೀರದ ಒಂದು ಚ.ಮೀ. ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಲ್ಲಿ 37 ರಿಂದ 40 ಕೆಲೊರಿ ಗಳು. ಸಾಮಾನ್ಯ ವಯಸ್ಕರಲ್ಲಿ ಒಂದು ದಿವಸಕ್ಕೆ ಇದು 1400 ರಿಂದ 1800 ಕೆಲೊರಿಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಸಾಗಣೆ:

ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ರಕ್ತ ಎರಡು ವಿಧಗಳಲ್ಲಿ ಒಯ್ಯುತ್ತದೆ: (i) ಪ್ಲಾಸ್ಮದಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸುವುದರಿಂದ, (ii) ಕೆಂಪುಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಸಹಿತವಾದ ಹೀಮೊ ಗ್ಲೋಬಿನ್ ಮೂಲಕ. ಪ್ಲಾಸ್ಮದಲ್ಲಿ ಕರಗಿರುವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಹೆನ್ರಿಯ ಸಮೀಕರಣ $\left(\frac{\text{ಕರಗಿರುವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಗಾತ್ರ}}{\text{ಪ್ಲಾಸ್ಮದ ಗಾತ್ರ}} = \alpha P_a\right)$ ನೀಡುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ α = ಕರಗುವಿಕೆಯ ನಿಯತಾಂಕ, P_a = ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಆಂಶಿಕ ಒತ್ತಡ. 37° c. ನಲ್ಲಿ ಪ್ಲಾಸ್ಮದ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿಗೆ $\alpha = 0.023$ ಮಿ.ಲೀ. O_2/ಮಿ.ಲೀ. plasma atm. ಅಂದರೆ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಒತ್ತಡ 1 atm. ಆಗಿರುವಾಗ 0.02 ಮಿ.ಲೀ. ಆಕ್ಸಿಜನ್ 1 ಮಿ.ಲೀ. ಪ್ಲಾಸ್ಮದಲ್ಲಿ ಕರಗುತ್ತದೆ. ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಆಂಶಿಕ ಒತ್ತಡ 0.21 atm ಆದ್ದರಿಂದ 100 ಮಿ.ಲೀ. ಪ್ಲಾಸ್ಮದಲ್ಲಿ ಕರಗುವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಗಾತ್ರ = $0.023 \times 100 \times 0.21 = 0.48$ ಮಿ.ಲೀ.

100 ಮಿ.ಲೀ. ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 45 ಮಿ.ಲೀ.ನಷ್ಟು ಕೆಂಪುಕೋಶಗಳಿವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 25% (11 ಮಿ.ಲೀ. ಅಥವಾ 15 ಗ್ರಾಮ್‌ಗಳು) ಹೀಮೊ ಗ್ಲೋಬಿನ್. ಇದರ ಅಣುಭಾರ 67 ಸಾವಿರ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ಅಣುವೂ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ನಾಲ್ಕು ಅಣುಗಳ ಜೊತೆಗೂಡಿರುವುದರಿಂದ 67 ಸಾವಿರಗ್ರಾಮ್ ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್ನಿನ ಜೊತೆ 128 ಗ್ರಾಮ್ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ 15 ಗ್ರಾಮ್ ಹೀಮೊ

ಗ್ಲೋಬಿನ್ನಿನ ಜೊತೆಗೂಡಿರುವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ತೂಕ $=\frac{82}{67000}\times 15=\frac{192}{6700}$

ಗ್ರಾಮ್. ಇದರ ಗಾತ್ರ(at STP) $=\frac{22400}{32}\times\frac{192}{6700}\approx 20$ ಮಿ.ಲೀ.

ಹೀಗೆ ರಕ್ತ ಪ್ರತಿ 100 ಮಿ.ಲೀ.ನಲ್ಲಿ 0.48 ಮಿ.ಲೀ. ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಲೀನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಒಯ್ದರೆ 20 ಮಿ.ಲೀ.ಯಷ್ಟನ್ನು ಹೀಮೊಗ್ಲೋಬಿನ್ ಜೊತೆ ಸಂಯೋಜಿಸಿ ಒಯ್ಯುವುದು. ಹೀಗೆ ಪೂರ್ಣಸಂತೃಪ್ತ ರಕ್ತದ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಬಂಧನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಪ್ಲಾಸ್ಮಕ್ಕೆ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಲೀನಗೊಳಿಸಲು ಇರುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಸುಮಾರು 40 ಮಡಿ ದೊಡ್ಡದು. 5ಲೀಟರುಗಳಷ್ಟಿರುವ ರಕ್ತ ಸುಮಾರು 24 ಮಿ.ಲೀ. ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಲೀನರೂಪದಲ್ಲೂ, 1000 ಮಿ.ಲೀ.ನಷ್ಟನ್ನು ಬಂಧಿತರೂಪದಲ್ಲೂ ಒಯ್ಯುತ್ತದೆ. ವಿಶ್ರಾಂತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಒಬ್ಬನಿಗೆ ಒಂದು ಮಿನಿಟಿಗೆ 200 ಮಿ.ಲೀ. ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಸಾಕಾದರೂ ಒಂದು ಮಿನಿಟಿಗೆ 1 ಲೀಟರಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ರಕ್ತಸಾಗಿಸಬಲ್ಲದು. ವ್ಯಾಯಾಮ ಮಾಡುವಾಗ ಬೇಕಾಗಬಹುದಾದ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಒದಗಿಸಲು ರಕ್ತ ಸದಾ ಸಿದ್ಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ 0.48 ಮಿ.ಲೀ. ಮತ್ತು 20 ಮಿ.ಲೀ. ಅಂಕಗಳು, 760 ಮಿ.ಮಿ. Hg ವಾಯುಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿದೆ. ಪುಪ್ಪುಸಗಳಲ್ಲಿ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಒತ್ತಡ 100 ಮಿ.ಮಿ. Hg ಆಗಿರುವುದರಿಂದ 100 ಮಿ.ಲೀ. ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಕರಗಿರುವ

ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಗಾತ್ರ $\frac{0.48\times 100}{159}\approx 0.3$ ಮಿ.ಲೀ.

ಪುಪ್ಪುಸಗಳ ಲೋಮನಾಳಗಳಲ್ಲಿ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಒತ್ತಡ 40 ಮಿ.ಮಿ. Hg ಆಗಿರುವುದರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಗಾತ್ರ 0.12 ಮಿ.ಲೀ.

ವಾಯುಭಾರ 100 ಮಿ.ಮಿ. Hg ಆದಾಗ ಹೀಮೊಗ್ಲೋಬಿನ್ನಿನ ವ್ಯಾಪನೆ 97% ಆಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಾಯುಭಾರ 40 ಮಿ.ಮಿ. Hg ಆದಾಗ ಇದು 75% ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ವಾಯುಭಾರ 100 ಮಿ.ಮಿ. Hg ಆದಾಗ ಹೀಮೊಗ್ಲೋಬಿನ್ ಹಿಡಿದಿರುವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಪರಿಮಾಣ 19.4 ಮಿ.ಲೀ. 40 ಮಿ.ಮಿ. Hg ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಇದು 15 ಮಿ.ಲೀ.ಗಳಿಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. ಉಳಿದ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಊತಕಗಳಿಗೆ ಒದಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

ಹೆಚ್ಚು ವ್ಯಾಯಾಮ ಮಾಡಿದಾಗ, ಊತಕಗಳಿಗೆ ಜಾಸ್ತಿ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಬೇಕು. ಸೂಕ್ಷ್ಮ ನರಗಳಲ್ಲಿ ರಕ್ತದ ಒತ್ತಡ 40 ಮಿ.ಮಿ. Hgಗೆ ಇಳಿಯುವುದರಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಹೊರಬೀಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಒತ್ತಡ 20 ಮಿ.ಮಿ. Hgಗೆ ಇಳಿದರೆ ಕರಗಿರುವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಪರಿಮಾಣ 0.06 ಮಿ.ಲೀ.ಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಹೀಮೊಗ್ಲೋಬಿನ್ನಿನ ವ್ಯಾಪನೆಯೂ 35%ಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. ಆಗ ಮತ್ತೆ

8 ಮಿ.ಲೀ. ಆಕ್ಸಿಜನ್ ದೊರಕುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಒತ್ತಡ 40 ಮಿ.ಮಿ. ನಿಂದ 20 ಮಿ.ಮಿ.ಗೆ ಇಳಿದಾಗ 100 ಮಿ.ಲೀ. ರಕ್ತಕ್ಕೆ 8.06 ಮಿ.ಲೀ. ಆಕ್ಸಿಜನ್ ದೊರಕುತ್ತದೆ. ಇದು ಊತಕಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಜಾಸ್ತಿ ಮೊತ್ತದ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಪರಿಮಾಣ ಮೂರರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ.

ಕೊನೆಮಾತು :

1. ಮೇಲೆ ನಾವು ಎರಡು ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ, ಅಂದರೆ ಉಸಿರಾಟ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮತ್ತು ಹೃದಯನಾಳ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಕೆಲವು ಅಂಶಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದೆವು. ದೇಹದ ಬೇರೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಕುತೂಹಲಕಾರೀ ಪರಿಮಾಣಾತ್ಮಕ ದತ್ತಾಂಶಗಳು ಇವೆ. ಅವುಗಳಿಗೆ ಕೂಡ ಸರಳಗಣಿತವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿ ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ನಿರ್ಣಯಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

2. ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿರುವ ಬೆಲೆಗಳು ನಿಖರವಾದುದಲ್ಲ. ಅವು ಪರಿಮಾಣದ ದರ್ಜೆಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ನೀಡುವುವು ಅಷ್ಟೆ. ಅವು ವಯಸ್ಸು ಮತ್ತು ಲಿಂಗವನ್ನು ಸಹ ಅವಲಂಬಿಸುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚರವೂ ಬಹಳಷ್ಟು ಅಂಶಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದ್ದರೂ, ಸರಳತೆಗೋಸ್ಕರ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ದತ್ತಾಂಶಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಮಧ್ಯಕಗಳ ಮತ್ತು ವಿಚಾರಣೆಗಳ ಕೋಷ್ಟಕವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯ.

3. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಪ್ರಮಾಣಭೂತವಾದದ್ದು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲ. ಇಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಅಸ್ಥಿರತೆ ಉಂಟು. ಮತ್ತು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಕೊಡುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಉಂಟು. ಎಲ್ಲ ಮೂಲಗಳೂ ಒಂದೇ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಕೊಡದೇ ಇದ್ದರೂ ಪರಿಮಾಣದ ಒಂದೇ ದರ್ಜೆಯನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ.

4. ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಪರಿಮಾಣಾತ್ಮಕ ಅಂಶಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಚಿಂತನೆಯನ್ನು ಮೇಲಿನ ಚರ್ಚೆ ಪ್ರಚೋದಿಸುತ್ತದೆಂದು ನಂಬಿದ್ದೇವೆ.

ವಿಜ್ಞಾನ ವಾರ್ತೆ

1. ಮಂಗಳಗ್ರಹ ಕೆಂಪಗಿರುವುದೇಕೆ?

ವೈಕಿಂಗ್ ನೌಕೆಗಳು ಕಳುಹಿಸಿರುವ ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಮಂಗಳಗ್ರಹ ಕೆಂಪಗೆ ಕಾಣಲು ಅದರ ಮೇಲೆ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿರುವ ತುಕ್ಕೇ ಕಾರಣ ಎಂಬುದು ಈಗ ದೃಢಪಟ್ಟಿದೆ. ಈ ಗ್ರಹ ಕೆಂಪಗೆ ಕಾಣಲು ಅದರ ಮೇಲಿರುವ ತುಕ್ಕೇ ಕಾರಣ ವಿರಬಹುದು ಎಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹಿಂದಿನಿಂದಲೂ ಅನುಮಾನಿಸುತ್ತಲೆ ಇದ್ದರು.

ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿರುವ ಆಮ್ಲಜನಕ, ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್, ಘನಹಿಮ, ಕಬ್ಬಿಣವಿರುವ ಖನಿಜಗಳು ಮತ್ತು ಅತಿನೇರಿಳೆ ಬೆಳಕುಗಳ ಸಂಯೋಗದಿಂದ ಫೆರಿಕ್ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಅಥವಾ ತುಕ್ಕು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ತುಕ್ಕಿನ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ವಾಯು ಮಂಡಲದಲ್ಲಿಯೂ ಬೆರೆತಿದೆ. ಒಂದು ಸಮಯ ಈ ಕೆಂಪುಧೂಳೆಲ್ಲ ಗ್ರಹದ ಮೈಮೇಲೆ ತಂಗಿದರೆ ಅದರ ದಪ್ಪ ಹತ್ತು ಅಡಿಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು ಒಂದು ಮೈಲಿಯಷ್ಟಾದರೂ ಆಗ ಬಹುದು. ಮಂಗಳದ ಬಣ್ಣದಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಕಾರಣ : ಗಾಳಿ ಈ ಧೂಳನ್ನು ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಕಡೆಗೆ ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೋಗುವುದು ; ಒಂದುಕಡೆ ಕಡಿಮೆ ಧೂಳು ಮತ್ತ ಬೇರೊಂದು ಕಡೆ ಹೆಚ್ಚು ಧೂಳು ಆಗ ಶೇಖರವಾಗುತ್ತದೆ.

ವೈಕಿಂಗ್ 1ರ ಕ್ಯಾಮರಾದಿಂದ ಬಂದಿರುವ ಹೆಚ್ಚು ಚಿತ್ರಗಳು ಮಂಗಳದ ಕೆಂಪು ಮರುಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ನಿಂತ ಆಸ್ಟ್ರೊನಾಟಿಗೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ನಸುಗೆಂಪಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆಂದು ತಿಳಿಸುತ್ತವೆ.

Science Digest, Nov. 1976.

2. ಭೂಕಂಪದ ಮುನ್ಸೂಚನೆ

ಬಾವಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಿರುವ ರೇಡಾನ್ ಅನಿಲದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅಳೆಯುವ ವಿಧಾನದಿಂದ 1974ರಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸಿದ ಭೂಕಂಪದ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯನ್ನು ಚೀನಾ ದೇಶದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಗ್ರಹಿಸಿದರು. ಆದರೆ 1976ರಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸಿದ ಭೂಕಂಪದ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಲು ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಅವರಿಗೆ ಆಗಲಿಲ್ಲ.

ಬಂಡೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಧಾತು ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಶಿಥಿಲಗೊಂಡಾಗ ರೇಡಾನ್ ಅನಿಲ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಬಂಡೆಯಿಂದ ತೂರಿಬಂದು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗುತ್ತದೆ.

ಭೂಕಂಪದ ಪೂರ್ವದಲ್ಲಿ ಹಿಗ್ಗುವ ಬಂಡೆಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ರೇಡಾನ್ ಅನಿಲ ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಬಾವಿಯ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಈ ಅನಿಲದ ಪ್ರಮಾಣವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಹೆಚ್ಚಾದ ಅನಿಲದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಭೂಕಂಪ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲಾನಂತರ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆಂದು ಮುನ್ಸೂಚನೆ ಕೊಡಬಹುದು. ಆದರೆ ಈ ವಿಧಾನ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಸುಧಾರಣೆಗೊಳ್ಳಬೇಕೆನ್ನುತ್ತಾರೆ ಬರ್ಕಲಿ ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಅಲೆನ್ ಆರ್. ಸ್ಮಿತ್.

Science Digest, Nov. 1976.

3. ಬೆಳ್ಳುಳ್ಳಿಯ ಔಷಧಿಗುಣ

ಬೆಳ್ಳುಳ್ಳಿಯನ್ನು ಔಷಧಿಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಅನೇಕ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಈಗಲೂ ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪುಷ್ಟಿಕೊಡುವುದೀಗ ಅಮೆರಿಕ ದೇಶದ ಮಿಚಿಗನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ.

ಬೆಳ್ಳುಳ್ಳಿ ಬೆರೆತ ಆದರೆ ಹೆಚ್ಚು ಕೊಲೆಸ್ಟರ್ ಇರುವ ಆಹಾರವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಇಲಿಗಳ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಕೊಲೆಸ್ಟರ್ ಅಂಶ ಹೆಚ್ಚಾದರೂ ಅದು ಸಾಧಾರಣ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಮೀರಲಿಲ್ಲ ; ಬೆಳ್ಳುಳ್ಳಿಯಿಲ್ಲದೆ ಇಂಥದೆ ಆಹಾರವನ್ನು ತಿಂದ ಇಲಿಗಳ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಕೊಲೆಸ್ಟರ್ ಮಟ್ಟ ಶೇಕಡ 23ರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಯಿತು. ಆದುದರಿಂದ ಬೆಳ್ಳುಳ್ಳಿ ಕೊಲೆಸ್ಟರ್ ಮಟ್ಟವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸುತ್ತದೆಂಬುದು ನಿರ್ವಿವಾದ. ಬೆಳ್ಳುಳ್ಳಿ ತಿನ್ನಲು ಕೆಲವರು ಇಷ್ಟಪಡುವುದಿಲ್ಲ. ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಅಂಥವರೇಬೇಕು. ಡಾ. ಅಲೆನ್ ಅವರು ಎದುರಿಸಿದ ಸಮಸ್ಯೆ ಇದು. ಬೆಳ್ಳುಳ್ಳಿ ತಿನ್ನುವವರ ಮೇಲೆ ನಡೆಸುವ ಪ್ರಯೋಗ ಯಾವ ಫಲವನ್ನೂ ಕೊಡುವುದಿಲ್ಲ ; ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಅವರಿಗೆ ಬೆಳ್ಳುಳ್ಳಿ ತಿನ್ನಿಸಿದರೂ ಅಷ್ಟೆ.

ಈಗ ನಡೆದಿರುವ ತನಿಖೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಬೆಳ್ಳುಳ್ಳಿ ತಿನ್ನುವ ಜನರಲ್ಲಿ ಹೃದಯ ರೋಗಗಳು ಕಡಿಮೆ ಎಂದು ತಿಳಿದಿದೆ. ಬೆಳ್ಳುಳ್ಳಿ ತಿನ್ನುವುದರಿಂದಲೇ ಇಂಥ ಸ್ಥಿತಿ ಇದೆ ಎಂದು ಹೇಳುವುದು ಕಷ್ಟ. ಬೆಳ್ಳುಳ್ಳಿ ಹೃದಯರೋಗಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಕೊಲೆಸ್ಟರ್ ಮಟ್ಟವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸಲು ಸಹಾಯವಾಗುತ್ತದೆಂಬುದು ಮಾತ್ರ ನಿಜ.

Science Digest, April 1977

4. ಬಿಳಿರಂಧ್ರಗಳು

ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ದ್ರವ್ಯಾಂಶವನ್ನು ಸುರಿಯುತ್ತಿರುವ ಕಾರಂಜಿಗಳೆ ಬಿಳಿರಂಧ್ರಗಳು. ಕರಿರಂಧ್ರಗಳು ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ದ್ರವ್ಯಾಂಶವನ್ನು ನುಂಗುತ್ತವೆ. ದೃಶ್ಯ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಕವಾಟಗಳು ಕರಿ ಮತ್ತು ಬಿಳಿ ರಂಧ್ರಗಳು. ಈ ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ವಸ್ತು ಹೊರಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಒಳಗೆ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಕರಿ ರಂಧ್ರವನ್ನು

ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ವಸ್ತು ಬೇರೊಂದು ಬಿಳಿ ರಂಧ್ರದಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬರಬಹುದು. ಈ ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸೇರಿಸುವ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ನಮಗೀಗ ತಿಳಿದಿರುವ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ನಿಯಮಗಳಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾದ ನಿಯಮಗಳು ಪಾಲನೆ ಆಗಬಹುದು ; ಈ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಕಾಲಕೂಡ ಸ್ಥಬ್ಧವಾಗಬಹುದು.

Science Digest, April 1977

5. ಗಾಳಿಯಂತ್ರ

ಲಂಬ ಕೊಂತವನ್ನು ತಿರುಗಿಸಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂಥ ಒಂದು ಗಾಳಿಯಂತ್ರವನ್ನು ಕ್ವಿಬೆಕ್ ಪ್ರಾಂತದ (ಕೆನಡ) ತಂತ್ರಜ್ಞರು ನಿರ್ಮಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಬಿರುಸಾಗಿ ಗಾಳಿ ಬೀಸುವಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಗಾಳಿಯಂತ್ರದಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಬಹುದು. ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಗಾಳಿಯಂತ್ರಗಳಿಗಿಂತ ಇದು ಬೇರೆಯಾಗಿದ್ದು, ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಾಗುವ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ ಎಂದು ಆ ಸಂಶೋಧಕರು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಗಾಳಿ ಸುರಂಗದ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಅದು ರಭಸದಿಂದ ತಿರುಗುವುದನ್ನು ಕಂಡು ಅವರು ವಿಸ್ಮಯ ಚಕಿತರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಈಗಷ್ಟೆ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬಂದಿರುವ ಈ ಯಂತ್ರ ಮುಂದಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕವಾದ ಬಳಕೆಗೆ ಸಿಕ್ಕಬಹುದೆಂಬ ನಿರೀಕ್ಷೆಯನ್ನೂ ಆ ಸಂಶೋಧಕರು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ.

Science Dimension, 1977

6. ಮೆಸಾನ್ ಫ್ಯಾಕ್ಟರಿ

ಅನೇಕ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಮೆಸಾನುಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕಗಳಿದ್ದರೂ ಅವುಗಳೆಲ್ಲ ಮೆಸಾನ್ ಫ್ಯಾಕ್ಟರಿಗಳಲ್ಲ. ಇಂದಿನವರೆಗೆ ಅಂಥ ಮೆಸಾನ್ ಫ್ಯಾಕ್ಟರಿಗಳಿದ್ದುದು ಅಮೆರಿಕ ಮತ್ತು ಸ್ವಿಟ್ಸರ್ಲೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ (ಜೂರಿಚ್). ಈಗ ಕೆನಡದಲ್ಲಿ ಮೂರನೆಯದು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತಿದೆ. ಇದು ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಸೈಕ್ಲೊಟ್ರಾನ್.

ಮೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಗಳ ಸಹಯೋಗದಿಂದ ನಿರ್ಮಾಣವಾಗಿರುವ ಕಾರಣ ಇದಕ್ಕೆ ಟ್ರಯಂಫ್ (ಮೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಗಳ ಮೆಸಾನ್ ಸೌಕರ್ಯ) ಸೈಕ್ಲೊಟ್ರಾನ್ ಎಂದು ಹೆಸರಿಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳನ್ನು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಿಸಿ ನಂತರ ಆ ಅಯಾನುಗಳು ಲೋಹದ ತೆಳುವಾದ ಪೊರೆಯ ಮೂಲಕ ಹಾಯಲು ಬಿಡುತ್ತಾರೆ. ಲೋಹದ ಪೊರೆಯ ಮೂಲಕ ಹಾಯುವಾಗ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಅವುಗಳ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳನ್ನು ಸೈಕ್ಲೊಟ್ರಾನಿನಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ತರುವುದೂ ಸುಲಭ.

ಟ್ರಿಯಂಫ್ ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನಿನಿಂದ ಹೊರಬರುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 2.25×10^{10} ಸೆ.ಮೀ. ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳು ಗುರಿತಟ್ಟೆಯನ್ನು ತಾಗಿ ಪರಮಾಣು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳನ್ನು ಛಿದ್ರಗೊಳಿಸಿ ಪೈಮೆಸಾನುಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತವೆ.

ಋಣಚಿಹ್ನೆಯುಳ್ಳ ಪೈಮೆಸಾನುಗಳನ್ನು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಟ್ಯೂಮರುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ತಡೆಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇವು ಹೆಚ್ಚು ಆಳಕ್ಕೆ ಹೋದಂತೆ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳು ಅಂಗಾಂಶದ ಹೊರವೈಯ್ಯನ್ನೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸುಡುತ್ತವೆ.

ಟ್ರಿಯಂಫ್ ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನಿನಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳ್ಳುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಕಿರಣ ಐಸೊಟೋಪುಗಳ ಮತ್ತು ಥೋರಿಯಂ ಧಾತುವಿಂದ ವಿದಳನಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಉತ್ಪಾದನೆಗೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

Science Dimension, 1977

7. ಕೆಂಪು ದೈತ್ಯಗಳು

ವಿಶ್ವ ಅನಿಲ ಮತ್ತು ಧೂಳು ಸಂಕುಚಿಸಿ ನಕ್ಷತ್ರ ಉದಯಿಸುತ್ತದೆ. ಅದರ ವಿಕಾಸ ಅದರ ಮೂಲ ದ್ರವ್ಯಾಂಶದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೂ ಕೆಂಪು ದೈತ್ಯಗಳಾಗುತ್ತವೆ.

ನಕ್ಷತ್ರಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿಯ ಪೂರೈಕೆಯಾಗುವುದು ಕಡಿಮೆ ದ್ರವ್ಯಾಂಶದ ಪರಮಾಣು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು ಸಮ್ಮಿಳನಗೊಂಡು ಹೆಚ್ಚು ದ್ರವ್ಯಾಂಶದ ಪರಮಾಣು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ. ಮೊದಲು ಉರಿಯುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಇಂಧನ ಜಲಜನಕ. ನಾಲ್ಕು ಜಲಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು ಸೇರಿ ಒಂದು ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನಿಗೆ 8 ಮಿ.ಎ.ವೋ.ಗಳಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ ($E = m c^2$).

ನಕ್ಷತ್ರದ ತಿರುಳಿನಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕವೆಲ್ಲ ಮುಗಿದ ಮೇಲೆ ಮುಂದಿನ ಒಂದು ದಪ್ಪವಾದ ಪದರದಲ್ಲಿ ಸಮ್ಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮದಿಂದ ಹೊರಪದರ ಹಿಗ್ಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದರ ತಾಪ ತಗ್ಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ನಕ್ಷತ್ರ ಕೆಂಪಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಇದು ನಕ್ಷತ್ರದ ಪ್ರಥಮ ಕೆಂಪು–ರಾಕ್ಷಸ ಅವಸ್ಥೆ.

ಒಳಗೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಇಂಧನ ಉರಿಯದಿರುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ನಕ್ಷತ್ರ ಒಳಕುಸಿಯುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಮತ್ತೆ ತಾಪದ ಹೆಚ್ಚಳವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಹೀಲಿಯಂ ತಿರುಳು ಕೂಡ ಉರಿಯಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ ; ತತ್ಫಲವಾಗಿ ಇಂಗಾಲ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ತಿರುಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಹೀಲಿಯಂ ದಾಸ್ತಾನೆಲ್ಲ ಮುಗಿದ ಮೇಲೆ ಮುಂದಿನ ಪದರದಲ್ಲಿ ಅದು ಉರಿಯಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಆಗ ಮತ್ತೆ ಹೊರಗಿನ

ಪದರ ಹಿಗ್ಗಿ ತಣ್ಣಗಾಗಿ ಕೆಂಪಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಇದು ನಕ್ಷತ್ರದ ದ್ವಿತೀಯ ಕೆಂಪು–ರಾಕ್ಷಸ ಅವಸ್ಥೆ. ನಕ್ಷತ್ರ ಈ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುವಾಗ ಮತ್ತು ಮುಂದೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಬೆಂದು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ದ್ರವ್ಯಾಂಶವುಳ್ಳ ಪರಮಾಣು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ಅತಿ ಭಾರವಾದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಮತ್ತೆ ಸಂಕುಚಿಸುತ್ತವೆ, ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಕಾಶದಿಂದ ಹೊಳೆಯುತ್ತವೆ. ತಿರುಳಿನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಉರಿಯಲು ಮತ್ತೆ ಆರಂಭಿಸಿದರೆ (ಇದು ಅಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವೆಲ್ಲ ಕಬ್ಬಿಣವಾಗುವವರೆಗೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ) ಹೊರ ಪದರ ಹಿಗ್ಗುತ್ತದೆ ಈಗ ಅದು ಬಹಳ ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಹಿಗ್ಗುವುದರಿಂದ ಮೂಲನಕ್ಷತ್ರದಿಂದ ಕಳಚಿಕೊಂಡು ಅಂತರನಕ್ಷತ್ರ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಚೆಲ್ಲಲೂ ಬಹುದು. ಇದು ಕೊನೆಯ ಕೆಂಪು–ದೈತ್ಯ ಅವಸ್ಥೆ.

ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯನೂ ಕೊನೆಗೆ ಕೆಂಪು ದೈತ್ಯ ಅವಸಾನವನ್ನೆ ಹೊಂದುವುದು. ಕೆಂಪು ದೈತ್ಯಗಳು ಸಿಡಿಯುವುದರಿಂದ ಅಂತರ ನಕ್ಷತ್ರ ಮಾಧ್ಯಮ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ತೂಕವುಳ್ಳ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ತುಂಬುತ್ತದೆ.

Physics Today, Jan. 1976

8. ಕೆಂಪು ಜರಿತ

ಸೀಟಿ ಊದುತ್ತಿರುವ ರೈಲೊಂದು ನಮ್ಮ ಕಡೆಗೆ ಬರುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅದು ಹೆಚ್ಚು ರಭಸದಿಂದ ಕಿರುಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದೆ ಎಂಬ ಭಾಸವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅದೇ ರೈಲು ಸೀಟಿ ಊದುತ್ತ ನಮ್ಮಿಂದ ದೂರ ಓಡುತ್ತಿದ್ದರೆ ಸೀಟಿ ಮಂದವಾಗಿ ಕೇಳಿಸುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ರೈಲು ನಮ್ಮ ಕಡೆಗೆ ಧಾವಿಸುವಾಗ ನಾವು ಕೇಳುವ ಶಬ್ಧದ ಆವರ್ತನ ಸಂಖ್ಯೆ ಸೀಟಿಯ ಶಬ್ಧದ ಆವರ್ತನ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು ಮತ್ತು ಅದು ನಮ್ಮಿಂದ ದೂರ ಹೋಗುವಾಗ ಕೇಳುವ ಶಬ್ಧದ ಆವರ್ತನ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಿಮೆ ಆಗುವುದು. ಬೆಳಕಿನ ವಿಚಾರದಲ್ಲೂ ಇಂಥದೆ ಪರಿಣಾಮ ಇದೆ. ಇದನ್ನು ಡಾಪ್ಲರ್ ಪರಿಣಾಮ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ದೂರದ ಗ್ಯಾಲಾಕ್ಸಿಗಳ ರೋಹಿತಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವಾಗ ಎಡ್ವಿನ್ ಹಬಲ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಎಲ್ಲ ರೋಹಿತಗಳೂ ಕೆಂಪುಬಣ್ಣದ ಕಡೆಗೆ ಜರುಗಿರುವುದನ್ನು ಕಂಡ. ಒಂದು ರೋಹಿತ ಅತಿ ದೂರದ ಗ್ಯಾಲಾಕ್ಸಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟುದಾಗಿದ್ದರೆ ಅದರ ಕೆಂಪು ಜರಿತ ಬಹಳವೆ ಆಗಿರುವುದೂ ಕಂಡಿತು. ಅಂದರೆ ದೂರದ ಗ್ಯಾಲಾಕ್ಸಿ ಹತ್ತಿರದ ಗ್ಯಾಲಾಕ್ಸಿಗಿಂತ ಅತಿ ವೇಗವಾಗಿ ಹಿಂಜರಿಯುತ್ತಿದೆ ಅಂದಹಾಗಾಯಿತು. ಕೆಂಪು ಜರಿತದ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನ ಹೀಗಲ್ಲದೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುವುದು ಸಾಧ್ಯವೆ ಇಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡ ಒಂದೆ ಸಮನೆ ಹಿಗ್ಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದಾಯಿತು.

Project Physics Reader 2, 1969

9. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಗ್ಯಾಮಕಿರಣಗಳಿಂದ ಚರಂಡಿ ರೊಚ್ಚಿನ ಶುದ್ಧೀಕರಣ

ಅತಿಶಕ್ತಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು 662 ಕಿ.ಎ.ವೋ. ಸೀಸಿಯಂ—137ರ ಗ್ಯಾಮಕಿರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ನಗರಗಳ ಚರಂಡಿ ರೊಚ್ಚನ್ನು ಅನುಪದ್ರವಿ ಗೊಬ್ಬರವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಕೆಲಸ ಈಗ ಅಮೆರಿಕ ದೇಶದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ. 750 ಮಿ.ಎ.ವೋ. ಶಕ್ತಿಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ರೊಚ್ಚಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸುತ್ತಾರೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ನಡೆಸುವ ಅಯಾನೀಕರಣದಿಂದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳು ನಾಶವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದೂ ಅಲ್ಲದೆ ತೀವ್ರವಾಗಿ ನಡೆಯುವ ಅಯಾನೀಕರಣದಿಂದ ನಂಜಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಮಾಲಿನ್ಯಗಳು ಮತ್ತು ಕ್ರಿಮಿನಾಶಿಗಳು ಕೂಡ ಶಿಥಿಲವಾಗುತ್ತವೆ. ಚರಂಡಿ ರೊಚ್ಚಿನಿಂದ ಅನುಪದ್ರವಿ ಗೊಬ್ಬರವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದಕ್ಕೆ ತಗಲುವ ವೆಚ್ಚ ಅಷ್ಟೇನೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಗ್ಯಾಮಕಿರಣಗಳು ಕೂಡ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಂತೆ ಅಯಾನೀಕರಣವನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳು ಇಲ್ಲದ ಕಡೆ ಗ್ಯಾಮಕಿರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಈ ಎರಡೂ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ರೇಡಿಯೊ ವಿಕಿರಣ ಧಾತುಗಳು ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಯಾವ ತೊಂದರೆಯೂ ಇಲ್ಲದೆ ಈ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಬಳಕೆಗೆ ತರಬಹುದು.

Physics Today, Dec. 1976
ಎಚ್. ಎಸ್.

10. ಭೂವ್ಯತೀತ ಬುದ್ಧಿವಂತಿಕೆಗಾಗಿ ಶೋಧನೆ

ಭೂಮಿಯಿಂದ ಹೊರಗೆ ಬುದ್ಧಿವಂತ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಅರಸುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಅಮೆರಿಕದ ಹದಿನೈದು ಮಂದಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಮ್ಮ ಖಚಿತ ನಿಲುವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದಾರೆ: "ಭೂವ್ಯತೀತ ಬುದ್ಧಿವಂತಿಕೆಗಾಗಿ ಶೋಧನೆಯನ್ನು ಗಂಭೀರವಾಗಿ ನಡೆಸುವುದು ಈಗ ಶಕ್ಯ ಹಾಗೂ ಸಕಾಲಿಕ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಒಂದು ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಪ್ರವರ್ತಿಸಬೇಕೆಂದು ನಾವು ಶಿಫಾರಸು ಮಾಡುತ್ತೇವೆ." ಇಲ್ಲಿ ಬುದ್ಧಿವಂತಿಕೆ ಎಂದರೆ ಅನ್ಯಲೋಕಗಳೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕ ಏರ್ಪಡಿಸಬಲ್ಲ ಪ್ರಬುದ್ಧ ತಂತ್ರವಿದ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಣತಿ ಮತ್ತು ಆ ಪರಿಣತಿಯನ್ನು ಗಳಿಸಿರುವ ಜೀವಿಸಮೂಹ ಎಂದರ್ಥ. ಬಾನಿನ ಆಳವನ್ನು ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ ತಪಾಸಣೆ ಮಾಡಿ ವಿಶ್ವವಿಕಾಸದ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಮಾಹಿತಿ ಸಂಪಾದಿಸಿರುವ, ಭೂಮಿಯ ಸೀಮಿತ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ವಿಮಾನ ಮತ್ತು ರೇಡಿಯೋ ಸಂಪರ್ಕ ಸ್ಥಾಪಿಸಿರುವ ಮತ್ತು ಆಕಾಶಯಾನಗಳನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ನಿರ್ವಹಿಸಿರುವ ಮನುಷ್ಯ ಇಂಥ ಬುದ್ಧಿವಂತಿಕೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದಾನೆ ಎನ್ನುವುದು ಸ್ಪಷ್ಟ. ಈ

ಪ್ರಗತಿ ಸಿದ್ಧಿಸಿರುವುದು 1930ರಿಂದ ಈಚೆಗೆ. ಅಂದರೆ ಬುದ್ಧಿವಂತಿಕೆಯ ಮಾನಕದಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯ ಇನ್ನೂ ಕಣ್ಣುಬಿಡುತ್ತಿರುವ ಮತ್ತು ಅಸ್ಪಷ್ಟ ಧ್ವನಿ ಹೊರಡಿಸುತ್ತಿರುವ ಹಸುಗೂಸು.

ವಿಶ್ವದ ವಯಸ್ಸು ಸುಮಾರು 500 ಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳು. ಅದರ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ನಮ್ಮ ಅಳತೆಗಾಗಲಿ ಊಹೆಗಾಗಲಿ ನಿಲುಕದು. ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡಗಳುಂಟು. ಒಂದೊಂದು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿಯೂ ಸುಮಾರು 20,000 ಕೋಟಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಗೆ. ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯ ಇಂಥ ಒಂದು, ಆಕಾಶಗಂಗೆ ಎಂಬ ಹೆಸರಿರುವ, ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಸದಸ್ಯನಕ್ಷತ್ರ. ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಗ್ರಹೋಪಗ್ರಹಗಳ ಪರಿವಾರ ಇರುವ ತೆರದಲ್ಲಿಯೇ ಬಹುಸಂಖ್ಯಾತ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಗೂ ಇಂಥ ಪರಿವಾರ ಇರಬಹುದು ಎಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಲು ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳಿವೆ. ಆಕಾಶಗಂಗೆ ಒಂದರಲ್ಲಿಯೇ ಸುಮಾರು ಎರಡು ಲಕ್ಷ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಈ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿರುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಎಂದಮೇಲೆ ಸಮಗ್ರ ವಿಶ್ವವನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸುವಾಗ ಗ್ರಹಪರಿವಾರದಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಊಹಾತೀತವಾಗುವುದು ನಿರೀಕ್ಷಿತವೇ.

ಸೂರ್ಯನ ಪರಿವಾರದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿ, ಜೀವವಿಕಾಸಕ್ಕೆ ಪ್ರಶಸ್ತ ಪರಿಸರವನ್ನು ಒದಗಿಸಿತು. ಇದೇ ರೀತಿ ಒಂದೊಂದು ನಕ್ಷತ್ರದ ಪರಿವಾರದಲ್ಲಿಯೂ, ಕನಿಷ್ಠಪಕ್ಷ ಒಂದು ಗ್ರಹದಲ್ಲಾದರೂ, ಜೀವವಿಕಾಸವಾಗಿರುವುದು ಅತ್ಯಂತ ಸಂಭಾವ್ಯ. ಅಲ್ಲಿಗೆ ಸಮಗ್ರ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಕೋಟಿ ಗ್ರಹಗಳು ಜೀವಿಗಳ ಆಡುಂಬೋಲಗಳಾಗಿರುವುದು ಸಾಧ್ಯ ಎಂದಾಯಿತು. ಇಂಥವುಗಳ ಪೈಕಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಬುದ್ಧಿವಂತ ಜೀವಿಗಳು ಬೆಳೆದು ತಂತ್ರವಿದ್ಯೆ ಅಭಿವರ್ಧಿಸಿರುವುದು ಅಸಂಭಾವ್ಯವೇನೂ ಅಲ್ಲ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ವಿಶ್ವ, ತಂತ್ರವಿದ್ಯಾ ಪಾರಂಗತ ಜೀವಿಸಮುದಾಯಗಳಿಂದ ತುಂಬಿ ತುಳುಕುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಲು ಪ್ರಭಲ ಆಧಾರಗಳಿವೆ—ಎಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯ ಏಕೈಕ ನಕ್ಷತ್ರ ಅಲ್ಲ, ಭೂಮಿ ಏಕೈಕ ಗ್ರಹ ಅಲ್ಲ, ಮನುಷ್ಯ ಏಕೈಕ ಬುದ್ಧಿವಂತ ಜೀವಿಯೂ ಅಲ್ಲ.

ವಿಶ್ವದ ಮಹಾ ವಿಸ್ತಾರದಲ್ಲಿ ಹರಡಿಹೋಗಿರುವ ಬುದ್ಧಿವಂತ ಜೀವಿಗಳೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕ ಏರ್ಪಡಿಸಿ ಮಾಹಿತಿ ವಿನಿಮಯ ಮಾಡುವುದು ಮುಂದಿನ ಹೆಜ್ಜೆ. ನಮ್ಮ ತೀರ ನೆರೆ ಬುದ್ಧಿವಂತಿಕೆಯ ತಾಣವಾದರೂ ಎಷ್ಟು ಹತ್ತಿರವಿರಬಹುದು, ಗೊತ್ತೇ? ಕೇವಲ ಆರು ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷಗಳು. ಅಂದರೆ ಇಂದು ನಾವಲ್ಲಿಗೆ ಪ್ರೇಷಿಸುವ ರೇಡಿಯೊ ಸ್ಪಂದಗಳು ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಗರಿಷ್ಠ ವೇಗವಾದ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಿಂದ—ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಮೂರು ಲಕ್ಷ ಕಿಲೊಮೀಟರುಗಳು—ಆರು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಸತತ ಧಾವಿಸಿ ಅದನ್ನು ತಲುಪುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲಿಂದ ಸ್ಪಂದಗಳು ಹೊರಟು ನಮ್ಮನ್ನು ತಲುಪಲು ಮತ್ತೆ ಅಷ್ಟೇ ಕಾಲಾವಕಾಶ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದ ಮೇಲೆ ಸಾವಿರ, ಲಕ್ಷ, ಕೋಟಿ ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ದೂರಗಳಲ್ಲಿ ಇರಬಹುದಾದ ಬುದ್ಧಿವಂತ ಜೀವಿಗಳ ತಾಣಗಳಿಗೆ ಇಲ್ಲಿಂದ

ರೇಡಿಯೋ ಸಸ್ಪಂದಗಳು ಪ್ರೇಷಿಸಿ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಅರಿಯುವುದು ಅತಿ ದೂರದ ಭವಿಷ್ಯದ ಕನ್ನಡಿ ಗಂಟೇ ಸ್ರಿ. ಆದರೆ ಈ ಜಟಿಲ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಇನ್ನೊಂದು ಅನುಕೂಲ ಮುಖವೂ ಉಂಟು. ವಿಶ್ವದ ಕೆಲವು ಜೀವದಾಣುಗಳಲ್ಲಾದರೂ ತಂತ್ರವಿದ್ಯೆಯ ಮಟ್ಟ ನಮ್ಮ ಪ್ರಸಕ್ತ ಮಟ್ಟಕ್ಕಿಂತ ಎಷ್ಟೆಷ್ಟೊ ಮೇಲೆ ಇರುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಇಂಥ ತಾಣಗಳು ಈಗ ಹಲವು ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದಿನಿಂದಲೇ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿನ ಅನ್ಯ ಬುದ್ಧಿವಂತ ಜೀವಿಗಳ ಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ನಿರತವಾಗಿರಬಹುದು, ಅಂದರೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೇಡಿಯೊ ಸ್ಪಂದಗಳು ಈಗಾಗಲೇ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಆವರಿಸಿರಬಹುದು. ಇಂಥ ಸ್ಪಂದಸಮುದ್ರದಿಂದ ಖಚಿತ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಹೆಕ್ಕಿ ಅದು ಅನ್ಯಲೋಕಗಳ ಬುದ್ಧಿವಂತ ಜೀವಿಗಳ ಸ್ನೇಹವಾಣಿ, ಸಂಪರ್ಕ ಸೋಪಾನ ಎಂಬುದಾಗಿ ಮನುಷ್ಯ ಸ್ಥಿರೀಕರಿಸಿದ್ದಾದರೆ ಭೂಮ್ಯತೀತ ಬುದ್ಧಿವಂತಿಕೆಗಾಗಿ ಶೋಧನೆ ನಡೆಸುವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಆದೊಂದು ಹನುಮಂತ ನೆಗೆತವೇ ಆದೀತು. ಅದನ್ನು ಸಾಧಿಸಬಲ್ಲ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ನಮ್ಮ ತಂತ್ರವಿದ್ಯೆ ಈಗ ಏರಿದೆ. ಎಂದೇ ಅಮೆರಿಕದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಈ ಮೊದಲು ಉಲ್ಲೇಖಿಸಿದಂತೆ, ನೀಡಿರುವ ಕರೆ ಅರ್ಥಪೂರ್ಣವಾಗಿದೆ.

ಜಿ. ಟಿ. ಎನ್.

ನಮ್ಮ ಲೇಖಕರು

೧. ಶ್ರೀ ಎಂ. ಎನ್. ಮಾಲೂರ್; ಅಧ್ಯಾಪಕರು. ಭೂ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಾಖೆ, ಮಾನಸ ಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು.

೨. ಶ್ರೀ ಎಸ್. ಜಿ. ಪರಮಶಿವಯ್ಯ ; ಭೂ ವಿಜ್ಞಾನ ಅಧ್ಯಾಪಕರು, ಸರ್ಕಾರಿ ಗಣಿತ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಾಲೆ, ಕೆ. ಜಿ. ಎಫ್.

೩. ಶ್ರೀ ಜಿ. ಟಿ. ನಾರಾಯಣರಾವ್; ಸಂಪಾದಕರು, ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗ, ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವಕೋಶ, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು.

೪. ಶ್ರೀಮತಿ ಕರುಣ ಎನ್. ಮಾಲೂರ್; ಅಧ್ಯಾಪಕಿ, ಮಹಾರಾಣಿ ಬಾಲಿಕೆಯರ ಉನ್ನತ ಪ್ರೌಢಶಾಲೆ, ಮೈಸೂರು.

೫. ಶ್ರೀ ಬಿ. ಎಸ್. ಸತ್ಯನಾರಾಯಣಸ್ವಾಮಿ; ಅಧ್ಯಾಪಕರು, ಭೂ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಾಖೆ, ಎನ್. ಐ. ಇ., ಮೈಸೂರು.

೬. ಶ್ರೀ ಎಸ್. ನಂಜುಂಡರಾವ್; ಅಧ್ಯಾಪಕರು, ಗಣಿತ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಾಖೆ, ಮಾನಸ ಗಂಗೋತ್ರಿ. ಮೈಸೂರು.

೭. ಶ್ರೀ ಎಚ್. ಸಂಜೀವಯ್ಯ ; ರೀಡರ್, ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಾಖೆ, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಸಂಪಾದಕರು, 'ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ನಾಟಕ', ಮೈಸೂರು.

wo 18286—MUPM—1,025 copies—5-7-78

Reg. No R. N. 17176/69